

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«КОРПУС МОНОБЛОКА»

Выпускная квалификационная работа
По направлению подготовки 44.03.04.617
Профессиональное обучение (по отраслям)
Профиль подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 617

Екатеринбург

2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТМС
_____ Б. Н. Гузанов
«__» _____ 20__ г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

«КОРПУС МОНОБЛОКА»

По направлению подготовки 44.03.04.617
Профессиональное обучение (по отраслям)
профиль подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технология и оборудования машиностроения»

Идентификационный код ВКР:

Исполнитель
студент гр. ЗТО-5

Путикин А. В.

Руководитель
доцент

Унсович Т. А.

Екатеринбург
2019

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 119 листов машинописного текста, 37 таблиц, 5 иллюстраций, 36 использованных источников, приложения на 33 листах, графическую часть на 8 листах.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЯ, ИЗДЕЛИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, СТАНОЧНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, НОРМЫ ВРЕМЕНИ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ.

В дипломном проекте разработаны предложения по совершенствованию технологического процесса механической обработки детали «Корпус Моноблока».

Была разработана управляющая программа на многоцелевой станок с ЧПУ.

В методической части разработана программа производственного обучения слесарей механосборочных работ.

В экономической части дипломного проекта выполнен расчет экономической эффективности от внедрения станочного приспособления.

| | | | | | | | | | | |
|------------|--------------|-------------|---------|------|--|--|--|---|------|--------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | | | | | |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | | | | | |
| Разработал | Путикин А.В. | | | | <i>Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «корпус моноблока»</i> Пояснительная записка | | | Лит. | Лист | Листов |
| Руковод. | Унсович Т.А. | | | | | | | | 3 | 119 |
| | | | | | | | | <i>ФГАОУ ВПО РГПТУ ИИПО КАФЕДРА ИММ группа ЗТО- 504</i> | | |
| Н. Контр. | Суриков В.П. | | | | | | | | | |
| Утверд. | Гузанов Б.Н. | | | | | | | | | |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 6 |
| 1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ..... | 7 |
| 1.1. Основные источники исходных данных..... | 7 |
| 1.2. Служебное назначение и описание конструкции детали | 7 |
| 1.3. Анализ технологичности детали | 9 |
| 1.4. Определение типа производства и объёма партии | 10 |
| 2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ В НОВЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА | 14 |
| 2.1. Выбор вида заготовки и метода её получения..... | 14 |
| 2.2. Выбор технологических баз..... | 15 |
| 2.3. Выбор методов обработки поверхностей | 18 |
| 2.4. Выбор технологического обеспечения | 21 |
| 3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ | 25 |
| 3.1. Расчет припусков | 25 |
| 3.2. Определение режимов резания..... | 28 |
| 3.3. Расчет норм времени | 38 |
| 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ | 49 |
| 5.1. Анализ достоинств и недостатков базового варианта технологии..... | 50 |
| 5.2. Расчет сравнительной экономической эффективности | 54 |
| 5.3. Обобщение результатов экономического обоснования..... | 72 |
| 5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ..... | 73 |
| 5.1 Анализ учебной программы..... | 73 |
| 5.2 Разработка методического проведения урока..... | 77 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 86 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 87 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б..... | 89 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В | 90 |

ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....101

ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....113

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших отраслей промышленности считается машиностроение. Оно создает наиболее активную часть основных производственных фондов – орудия труда, следовательно, ускорение темпов его роста основа научно-технического процесса во всех отраслях хозяйства страны.

Возрождение и развитие отечественной машиностроительной промышленности невозможно без интенсификации производства на основе широкого использования достижений науки и техники, применения прогрессивных технологий. В современных условиях широкое распространение получает технологическое оборудование с числовым программным управлением, позволяющее производить весь комплекс обработки на одном станке. Оно отличается высокой производительностью, повышенной точностью, высокой концентрацией обработки и снижением участия человека в процессе работы.

Сутью данного дипломного проекта является модернизация существующей технологии изготовления детали с целью переноса большей её части на оборудование с ЧПУ (обрабатывающий центр).

При этом обеспечивается:

- снижение трудоемкости обработки детали;
- уменьшение численности рабочих;
- рост производительности труда;
- повышение точности обработки;
- уменьшение числа занятых станков;
- снижение себестоимости изготовления.

Кроме того, в работе рассматриваются вопросы обеспечения безопасности труда при реализации мероприятий проекта.

Так же приводится экономическое обоснование принятых решений.

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | 6 |

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1. Основные источники исходных данных

К основным источникам исходных данных относятся: объектовый чертёж детали «Корпус Моноблока», заводской технологический процесс механической обработки детали, рабочий чертёж заготовки. Для разработки технологического процесса будем использовать справочники и нормативы машиностроения.

1.2. Служебное назначение и описание конструкции детали

Корпус изготавливается из сплава алюминия АК6М2 ГОСТ 1583-93, служит для установки на него навесного оборудования и соединение других корпусов между собой.

Жёсткость и прочность корпусу обеспечивают перемычки и приливы.

Характеристика материала детали

Температура плавления 660 °С.

Деталь изготавливается из сплава алюминия марки АК6М2 ГОСТ 1583-93, относящегося к силуминам, в состав которого входят:

Таблица 1 - Химический состав материала АК6М2 в %:

| Fe | Si | Mn | Ni | Ti | Al | Cu | Mg | Zn | Примесей |
|--------|-----------|--------|---------|-----------|--------------|-----------|-------------|---------|-----------|
| до 0.6 | 5.5 - 6.5 | до 0.1 | до 0.05 | 0.1 - 0.2 | 89.79 - 92.3 | 1.8 - 2.3 | 0.35 - 0.55 | до 0.06 | всего 0.7 |

Таблица 2 - Механические свойства при T=20°C материала АК6М2 :

| Сортамент | Размер | Напр | σ_B | σ_T | δ_5 | ψ | KCU | Термообр |
|-------------------------------|--------|------|-------------|-----------------------------------|------------|--------|----------------------|----------|
| - | мм | - | МПа | МПа | % | % | кДж / м ² | - |
| АК6М2 ГОСТ 1583-93 | | | 196- 294 | | 1-2 | | | |
| Твердость АК6М2, ГОСТ 1583-93 | | | | HB 10 ⁻¹ = 70 - 75 МПа | | | | |

Алюминий характеризуется повышенными тепло и электропроводностью, хорошей коррозионной стойкостью во многих агрессивных средах, что объясняется способностью алюминия на воздухе покрываться прочной оксидной пленкой AlO, защищающей деталь от дальнейшего окисления.

Из сплава отливают всеми способами литья детали малой и средней нагруженности. Это высокопрочный сплав с хорошими литейными свойствами, применяемый для производства тонкостенных, крупногабаритных, сложных по конструкции герметичных деталей.

Детали из такого сплава используют для конструкций, не подвергающихся нагреву.

Высокие литейные и технологические свойства сплава АК6М2 объясняются тем, что в него входит большое количество эвтектики. Благодаря узкому интервалу кристаллизации (33 °C) обеспечивается плотная структура без рассеянной усадочной пористости, которая является одной из причин не герметичности материала.

Способность сплава выдерживать повышенное рабочее давление позволяет уменьшить размеры отливок, снизить массу и повысить экономичность в эксплуатации. Высокая теплопроводность алюминиевых сплавов способствует быстрому отводу тепла из зоны резания со стружкой и в деталь, в результате чего температура резания обычно не превышает 250-400 °C. При таких температурах не

происходит разупрочнения режущей кромки инструмента, что в сочетании с повышенной прочностью сплава предопределяет возможность его обработки на высоких скоростях резания.

1.3. Анализ технологичности детали

Технологичность конструкции детали оценивается на качественном и количественном уровнях.

Качественная оценка производится по материалу, геометрии, форме, качеству поверхностей, по простановке размеров, по возможностям технологии изготовления.

Количественно оцениваются размеры и масса детали, годовая программа и объём партии выпуска.

Как отмечалось выше деталь изготавливается из сплава алюминия АК6, имеет габаритные размеры 284x226x25 мм и массу 1,03 кг.

Деталь принадлежит к классу корпусных и относится к третьей группе сложности по ГОСТ 977 – 88.

Все поверхности можно обработать без осложнений. Имеется свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям. Отсутствуют отверстия, расположенные не под прямым углом к плоскости входа и выхода. В конструкции детали имеются достаточные по размерам и расстоянию базовые поверхности.

К тому же деталь не обрабатывается по наружной боковой поверхности и, следовательно, не имеет поверхностей, которые можно было бы использовать в качестве чистовых направляющих и опорных баз. В виду этого появляется необходимость в создании искусственных технологических баз.

Рабочий чертеж детали «Корпус Моноблока» содержит полный перечень технических требований, предъявляемых к подобным деталям типа корпус. На чертеже представлены все необходимые размеры, виды и сечения для точного представления формы детали.

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 9 |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | |

Количественный анализ технологичности детали

Коэффициент точности

Таблица 3 - Данные для расчёта коэффициента точности.

| T_i | n_i | $T_i \cdot n_i$ | T_i | n_i | $T_i \cdot n_i$ |
|-------|-------|-----------------|-------|-------|-----------------|
| 6 | 1 | 6 | 8 | 3 | 24 |
| 7 | 2 | 14 | 12 | 12 | 144 |

$$\Sigma n_i = 18; \quad \Sigma T_i \cdot n_i = 188$$

$$T_{cp} = \frac{\Sigma T_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{188}{18} = 10,44; \quad R_{Tq} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{10,44} = 0,904;$$

Коэффициент шероховатости

Таблица 4 - Данные для определения коэффициента шероховатости

| $Ш_i$ | n_i | $Ш_i \cdot n_i$ | $Ш_i$ | n_i | $Ш_i \cdot n_i$ |
|-------|-------|-----------------|-------|-------|-----------------|
| 2,5 | 3 | 7,5 | 6,3 | 8 | 50,4 |
| 3,2 | 5 | 16 | 12,5 | 4 | 50 |

$$\Sigma n_i = 20; \quad \Sigma Ш_i \cdot n_i = 124$$

$$Ш_{cp} = \frac{\Sigma Ш_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{124}{20} = 6,2; \quad R_{ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{cp}} = 1 - \frac{1}{6,2} = 0,839;$$

1.4. Определение типа производства и объёма партии

Вначале необходимо определить к какому классу относится деталь. Для этого необходимо рассчитать её массу. Расчёт производится путём определения объёма детали и последующего умножения его на плотность материала детали.

Деталь имеет сложную пространственную форму, сочетающую множество конструктивных элементов, таких как рёбра жёсткости, выступы, отверстия, радиусные участки и т. п. Поэтому для проведения расчётов, форма детали упрощается.

Зависимость для определения объёма детали будет иметь вид:

$$V = (V_1 + V_2 + V_3) - (V_4 + 2 \cdot V_5 + 2 \cdot V_6 + 2 \cdot V_7 + 2 \cdot V_8 + 2 \cdot V_9 + V_{10} + V_{11}) - \\ - (2 \cdot V_{12} + 2 \cdot V_{13} + 2 \cdot V_{14} + 2 \cdot V_{15} + 4 \cdot V_{16} + 2 \cdot V_{17} + 2 \cdot V_{18})$$

где $V_1 = 19 \cdot 20 \cdot 25 \cdot 10^{-6} = 0,0095 \text{ дм}^3$,

$$V_2 = 248 \cdot 226 \cdot 25 \cdot 10^{-6} = 1,4 \text{ дм}^3,$$

$$V_3 = 16 \cdot 188 \cdot 25 \cdot 10^{-6} = 0,075 \text{ дм}^3,$$

$$V_4 = \frac{3,14 \cdot 17^2}{4} \cdot 25 \cdot 10^{-6} = 0,0057 \text{ дм}^3,$$

$$V_5 = 36 \cdot 75 \cdot 25 \cdot 10^{-6} = 0,0675 \text{ дм}^3,$$

$$V_6 = \frac{30}{2} \cdot 38 \cdot 25 \cdot 10^{-6} = 0,0143 \text{ дм}^3,$$

$$V_7 = 48 \cdot 75 \cdot 25 \cdot 10^{-6} = 0,09 \text{ дм}^3,$$

$$V_8 = 173,5 \cdot 23 \cdot 25 \cdot 10^{-6} = 0,0997 \text{ дм}^3,$$

$$V_9 = 36 \cdot 33 \cdot 25 \cdot 10^{-6} = 0,0297 \text{ дм}^3,$$

$$V_{10} = 40 \cdot 50 \cdot 25 \cdot 10^{-6} = 0,05 \text{ дм}^3,$$

$$V_{11} = \frac{3,14 \cdot 116^2}{4} \cdot 25 \cdot 10^{-6} = 0,264 \text{ дм}^3,$$

$$V_{12} = \frac{1}{2} \cdot 27 \cdot 35 \cdot 22 \cdot 10^{-6} = 0,010 \text{ дм}^3,$$

$$V_{13} = \frac{16 + 38}{2} \cdot 29 \cdot 20 \cdot 10^{-6} = 0,016 \text{ дм}^3,$$

$$V_{14} = 54 \cdot 25 \cdot 24 \cdot 10^{-6} = 0,032 \text{ дм}^3,$$

$$V_{15} = 26,6 \cdot 46,5 \cdot 24 \cdot 10^{-6} = 0,030 \text{ дм}^3,$$

$$V_{16} = \frac{3,14 \cdot 17^2}{4} \cdot 3,4 \cdot 10^{-6} = 0,0007 \text{ дм}^3,$$

$$V_{17} = 27 \cdot 50 \cdot 8,5 \cdot 10^{-6} = 0,011 \text{ дм}^3,$$

$$V_{18} = 16 \cdot 31 \cdot 8,5 \cdot 10^{-6} = 0,004 \text{ дм}^3.$$

Объём детали равен:

$$V = (0,0095 + 1,4 + 0,075) - (0,0057 + 2 \cdot 0,0675 + 2 \cdot 0,0143 + 2 \cdot 0,09 + 2 \cdot 0,0997 + 2 \cdot 0,0297) - \\ - (0,05 + 0,264 + 2 \cdot 0,01 + 2 \cdot 0,016 + 2 \cdot 0,032 + 2 \cdot 0,03 + 4 \cdot 0,0007 + 2 \cdot 0,011 + 2 \cdot 0,004) = 0,354 \text{ дм}^3$$

Масса детали определяется по формуле:

$$m = V \cdot \rho,$$

где $\rho_{\text{алюм}} = 2,71 \text{ кг/дм}^3$,

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | 11 |

тогда: $m = 0,354 \cdot 2,71 = 0,958$ кг.

В зависимости от массы отливки из сплавов алюминия разделяют на девять групп [3 стр.205, табл. 5]:

Таблица 5 – Группы отливок

| Группа | Алюминиевые сплавы |
|--------|--------------------|
| 1 | До 0,2 |
| 2 | 0,2–0,4 |
| 3 | 0,4–0,8 |
| 4 | 0,8–1,6 |
| 5 | 1,6–3,2 |
| 6 | 3,2–6,3 |
| 7 | 6,3–12,5 |
| 8 | 12,5–25 |
| 9 | Св. 25 |

Изделия из алюминия подразделяются на лёгкие и средние. Данная деталь относится к **4 группе**, следовательно, можно утверждать, что она является **лёгкой**.

Ориентировочные данные для определения типа производства [23 стр. 55, табл. 3; 24стр. 42, табл. 3.1]:

Таблица 6 – Выявления серийности детали

| | тяжёлых (массой более 100 кг) | средних (массой более 10 до 100 кг) | лёгких (массой до 10 кг) |
|----------------|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Единичное | До 5 | До 10 | До 100 |
| Мелкосерийное | 5–100 | 10–200 | 100–500 |
| Среднесерийное | 100–300 | 200–500 | 500–5000 |
| Крупносерийное | 300–1000 | 500–5000 | 5000–50000 |
| Массовое | Более 1000 | Более 5000 | Более 50000 |

Годовой выпуск деталей N составляет -3000 дет/год.

Следовательно, по данным таблицы производство является **среднесерийным**.

Среднесерийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска, чем при единичном типе производства.

При среднесерийном производстве используются универсальные станки для черновых операций, оснащенные как специальными, так и универсальными и универсально-сборными приспособлениями, а также оборудование с ЧПУ и обрабатывающие центры, что позволяет снизить трудоемкость и себестоимость изготовления изделия.

Определение объёма партии

Объём партии определяется по следующей зависимости [23, стр. 64]:

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi},$$

где N – годовой объём производства;

t – количество дней на которое создаётся запас, равное 3 для среднесерийного производства при изготовлении лёгких деталей;

Φ – количество рабочих дней в году.

Тогда объём партии составит

$$n = \frac{3000 \cdot 3}{260} = 34,62 \text{ шт.}$$

Принимаем

$$n=35 \text{ штук. (партия запуска)}$$

$$\frac{3000}{35} = 85 \text{ партий.} \quad \frac{85}{52} = 1,6 \quad (\text{кол-во партий в неделю}).$$

Возьмем в среднем частоту запуска партии 2 раза в неделю.

2. Разработка технологического процесса обработки детали в новых условиях производства

2.1. Выбор вида заготовки и метода её получения

Правильно выбрать заготовку - это определить рациональный метод ее получения, установить припуски на механическую обработку каждой из обрабатываемых поверхностей, целесообразность того или иного метода производства. Особенно важно выбрать вид заготовки и назначить наиболее оптимальные условия для ее изготовления в серийном производстве, когда размеры детали получают автоматически, на настроенных станках. Всегда нужно стремиться к тому, чтобы форма и размеры заготовки приближались к форме и размерам детали. При правильно выбранном методе получения заготовки уменьшается механическая обработка, сокращается расход металла, режущего инструмента. Немаловажную роль при выборе заготовки играет размер и форма детали, относительно которых выбирают тот или иной метод получения заготовки.

Деталь имеет сложную форму, что выражается в наличии множества криволинейных отверстий, а также в наличии выступающего элемента коробчатой формы. Деталь местами тонкостенная. Заготовка может быть получена методом литья в кокиль или методом литья в песчаные формы.

Вариант 1: Метод «литье под давлением в металлические формы»

При литье в кокиль металл заливают в чугунную или стальные формы, состоящие чаще всего из двух частей. По плоскости разъема изготавливают полость конфигурации отливки и литниковой системы.

Для получения внутренней полости и отдельных наружных поверхностей отливки применяют песчаные стержни, которые устанавливают в полуформу, форму закрепляют и заливают металлом, после затвердевания отливки выбивают. Применяются формы с горизонтальной, вертикальной и комбинированной плоскостью разъема. Кокильное литье производится на индивидуальных или

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | 14 |

карусельных машинах. Литье в кокиль рентабельно в серийном и крупносерийном производстве для изготовления простых и сложных форм деталей весом от 1 кг до нескольких тонн. Отливки получаются достаточно точные с небольшими припусками на механическую обработку, класс точности отливок 5-7 класс с шероховатостью поверхности 12,5 ...6,3.

Вариант 2 : Метод «литье в песчаные формы»

По чертежу детали изготавливается модель и стержневой ящик, модель по внешнему виду соответствует наружной конфигурации детали, а стержневой ящик внутренней полости детали. Размеры модели увеличиваются на величину усадки и припуска под механическую обработку. При помощи модели из формовочных смесей изготавливается форма, а при помощи стержневого ящика—стержень. Стержень ставится в нижнюю полуформу, которую закрывают верхней полуформой, после чего форму заливают металлом. После затвердевания металла форму разрушают и вынимают отливку. Изготавливают форму в почве, в парных опоках и на формовочных машинах. Литье в песчаные формы, которые при формовке требуют применения большого количества стержней, используют для индивидуального, мелкосерийного производства. Для данного способа получения отливок сопутствует большая трудоемкость и высокая себестоимость. Класс точности 8-9 класс, с шероховатостью 100 ...25.

В данном случае, учитывая форму детали, материал, массу, объем выпуска, трудоемкость и себестоимость наиболее рациональным способом получения заготовки является литьё под давлением в металлические формы. Следовательно, заготовкой для этой детали может быть только отливка.

2.2. Выбор технологических баз

В первую очередь необходимо подготовить чистовые базы для дальнейшей обработки. Первой обрабатывается нижняя торцовая поверхность корпуса. Черновой базой при этом является литая поверхность обратной стороны корпуса.

| | | | | | | |
|------|------|--------------|----------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № Документа_ | Подпись_ | Дата | | 15 |

Далее обрабатываются верхний торец и поверхности технологических приливов. Базами при этом являются: обработанная поверхность нижнего торца и плоскости симметрии корпуса, которые представляют из себя мнимые базы (для базирования по ним используются самоцентрирующие приспособления).

На следующем этапе обрабатываются поверхности, получаемые фрезерованием, сверлением и расточкой. Вначале обрабатываются фланец корпуса и все сопряжённые с ним поверхности. Чистовыми базами при этом являются верхний торец корпуса и поверхности приливов. Затем обрабатываются занижение на верхнем торце и окно. Чистовые базы – технологические отверстия в приливах и плоскость.

Затем обрабатываются отверстия, расположенные в на боковых стенках корпуса. В качестве баз используются плоскость корпуса и отверстие.

В конце необходимо фрезеровать приливы заподлицо с основной поверхностью. Базы – внутренняя и торцовые поверхности фланца.

Нумерацию поверхностей производим в предполагаемой последовательности обработки, согласно выработанной ранее концепции. При этом поверхности, имеющие размеры, расположенные в одной координатной плоскости, нумеруем характерным образом, например, только нечётными числами. Пронумеровав поверхности в одной плоскости, переходим к другой и нумеруем оставшиеся поверхности опять сначала. В конце нумеруем поверхности явно не относящиеся ни к одной плоскости оставшимися цифрами. Буквами X и Y обозначаем соответствующие плоскости симметрии детали.

Обоснование выбора баз

Принципы выбора черновых баз:

1. Для надёжного базирования и закрепления черновая база должна иметь ровную поверхность, достаточные размеры и низкую шероховатость без следов литниковых систем, разъемов штампов.
2. У корпусных деталей первой обрабатывается поверхность, которая затем будет являться установочной базой.

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | 16 |

3. В качестве черновых баз следует выбирать поверхности, которые затем остаются необработанными. Это обеспечивает точность взаимного положения обработанных и необработанных поверхностей.

Принципы выбора чистовых баз:

1. Принцип совмещения баз: в качестве технологических баз следует выбирать поверхности, которые совпадают с измерительными и конструкторскими базами.

2. Принцип постоянства баз: число комплектов баз при обработке должно быть минимальным, несколько операций должны выполняться с одного комплекта баз.

Таблица 0 – Применяемые принципы базирования

| № операции | Принципы базирования |
|------------|--------------------------------------|
| 005 уст.1 | черн.: 3, 8 |
| 005 уст.2 | чист.: 1 и технологические отверстия |
| 005уст.3 | чист.: 3 и технологические отверстия |
| 005уст.4 | чист.: 1 и технологические отверстия |
| 010 | чист.: 1 и технологические отверстия |

Классификация используемых баз по ГОСТ 21495-76:

1. *Установочная база:* лишает заготовку 3-х степеней свободы – перемещения вдоль одной оси и вращения вокруг двух других осей.

2. *Направляющая база:* лишает заготовку 2-х степеней свободы – перемещения вдоль одной оси и вращения вокруг другой оси.

3. *Опорная база:* лишает заготовку 1-й степени свободы – перемещения вдоль одной оси.

Таблица 8 – Поверхности, используемые для базирования

| № операции | Поверхности, используемые в качестве баз | Количество лишаемых степеней свободы |
|------------|---|---|
| 005уст.1 | 3 – Установочная | 3 |
| | 2 - Направляющая отверстия | 2 |
| 005уст.2 | 1 – Установочная | 3 |
| | 2 - Направляющая отверстия | 2 |
| 005уст.3 | 3 – Установочная | 3 |
| | 2 – Направляющая отверстия | 2 |
| 005уст.3 | 1 – Установочная | 3 |
| | 2 - Направляющая отверстия | 2 |
| 010 | 1 – Установочная | 3 |
| | 2 - Направляющая отверстия | 2 |

2.3. Выбор методов обработки поверхностей

По результатам анализа данных справочной литературы можно утверждать, что механическая обработка металлов подразделяется на несколько этапов, для каждого из которых характерны определённые показатели точности и качества поверхности. Согласно этим критериям назначаем количество этапов обработки каждой пронумерованной поверхности.

Таблица 9 – Этапы обработки

| Поверхности | | | | | | | | | | | | | | Критерии | | |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----------|---------------|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | Этап | Квали- тет | Ra, мкм |
| О | О | О | О | О | О | О | О | О | О | О | О | О | О | I | 12 – 14 | ≥ 6,3 |
| С | | С | | | | С | С | | С | С | | С | С | II | 10 – 11 | 3,2 – 6,3 |
| | | | | | | С | | | | | | | | III | 8 – 9 | 1,6 – 3,2 |

Окончание таблицы 9

| Поверхности | | | | | | | | Критерии | | |
|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----------|-----------|-----------|
| 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | Этап | Квали-тет | Ra, мкм |
| О | О | О | О | О | О | О | О | I | 12 – 14 | ≥ 6,3 |
| © | © | © | © | © | © | © | © | II | 10 – 11 | 3,2 – 6,3 |
| | | | | | | © | | III | 8 – 9 | 1,6 – 3,2 |

Объём обработки назначается по этапу, соответствующему заданному состоянию поверхности на чертеже детали.

Если шероховатость поверхности и точность (калитет) попадают в разные этапы, то номер этапа принимается по более жёстким требованиям.

Планы обработки поверхностей

Каждый этап обработки может быть обеспечен разными методами. При выборе методов обработки по каждому этапу учитываются:

- конструктивные особенности детали и обрабатываемые поверхности;
- возможность метода обеспечить требуемую точность и шероховатость;

технологические возможности металлорежущих станков, т.е. выбираем те методы, которые могут быть реализованы на этих станках.

Таблица 10 – Технологические переходы

| № поверх-ности | Квали-тет | Ra, мкм | Этап | Технологический переход |
|----------------|-----------|---------|------|---|
| 1 | 14 | 12,5 | I | Фрезеровать поверхность 1 предварительно |
| 1 | 13 | 6,3 | I | Фрезеровать поверхность 1 окончательно |
| 2 | 14 | 12,5 | I | Сверлить 4 поверхности 2 окончательно последовательно |
| 3 | 14 | 6,3 | I | Фрезеровать поверхность 3 предварительно |
| 3 | 14 | 3,2 | II | Фрезеровать поверхность 3 окончательно |
| 4 | 14 | 6,3 | I | Сверлить 3 поверхности 4 окончательно последовательно |
| 5 | 14 | 6,3 | I | Расточить поверхность 5 окончательно |
| 6 | 11 | 3,2 | II | Расточить поверхность 6 окончательно |
| 7 | 14 | 12,5 | I | Расточить поверхность 7 предварительно |
| 7 | 10 | 6,3 | II | Расточить поверхность 7 полукругом |

Окончание таблицы 10

| № поверх-ности | Квали-тет | Ra, мкм | Этап | Технологический переход |
|----------------|-----------|---------|------|---|
| 7 | 8 | 2,5 | III | Расточить поверхность 7 окончательно |
| 8 | 14 | 12,5 | I | Расточить 5 поверхностей 8 предварительно последовательно |
| 8 | - | 6,3 | II | Нарезать резьбу М20х1-7Н в 5 отверстиях последовательно |
| 9 | 14 | 12,5 | I | Расточить 5 поверхностей 9 окончательно последовательно |
| 10 | 14 | 12,5 | I | Сверлить 2 поверхности 10 окончательно последовательно |
| 10 | - | 6,3 | II | Нарезать резьбу М6х0,5-7Н в 2-х отверстиях 10 |
| 11 | 14 | 12,5 | I | Сверлить 2 поверхности 11 окончательно последовательно |
| 11 | - | 6,3 | II | Нарезать резьбу М4-7Н в 2-х отверстиях 11 |
| 12 | 13 | 12,5 | I | Сверлить 3 поверхности 12 окончательно последовательно |
| 13 | 14 | 12,5 | I | Сверлить 4 поверхности 13 окончательно последовательно |
| 13 | - | 6,3 | II | Нарезать резьбу М6-7Н в 4-х отверстиях 13 |
| 14 | 14 | 12,5 | I | Сверлить 2 поверхности 14 окончательно последовательно |
| 14 | - | 6,3 | II | Нарезать резьбу М10-7Н в 2-х отверстиях 14 |
| 15 | 14 | 12,5 | I | Сверлить 2 поверхности 15 окончательно последовательно |
| 15 | - | 6,3 | II | Нарезать резьбу М3-7Н в 2-х отверстиях 15 |
| 16 | 14 | 12,5 | I | Сверлить 2 поверхности 16 окончательно последовательно |
| 16 | - | 6,3 | II | Нарезать резьбу М3-7Н в 2-х отверстиях 16 |
| 17 | 14 | 12,5 | I | Сверлить 2 поверхности 17 окончательно последовательно |
| 17 | - | 6,3 | II | Нарезать резьбу М6х0,5-7Н в 2-х отверстиях 17 |
| 18 | 14 | 12,5 | I | Сверлить 4 поверхности 18 окончательно последовательно |
| 18 | - | 6,3 | II | Нарезать резьбу М2-6G в 2-х отверстиях 18 |
| 19 | 14 | 12,5 | I | Сверлить 2 поверхности 19 окончательно последовательно |
| 19 | - | 6,3 | II | Нарезать резьбу М4-7Н в 2-х отверстиях 19 |
| 20 | 14 | 12,5 | I | Сверлить 2 поверхности 20 окончательно последовательно |
| 20 | - | 6,3 | II | Нарезать резьбу М4-7Н в 2-х отверстиях 20 |
| 21 | 14 | 12,5 | I | Фрезеровать поверхность 21 по контуру предварительно |
| 21 | 12 | 6,3 | II | Фрезеровать поверхность 21 по контуру получисто |
| 21 | 9 | 2,5 | III | Фрезеровать поверхность 21 по контуру окончательно |
| 22 | 14 | 12,5 | I | Фрезеровать поверхность 21 предварительно |
| 22 | 12 | 6,3 | II | Фрезеровать поверхность 21 окончательно |

2.4. Выбор технологического обеспечения

Обоснование выбора инструмента

Инструмент выбирается согласно принятым при синтезе маршрута методам получения поверхностей по материалам [4, 5] с учётом следующих правил:

1. Размеры инструмента должны быть оптимальными:

- При торцовом фрезеровании диаметр фрезы должен быть в 1,2-1,5 раза больше ширины фрезерования для полного перекрытия обрабатываемой поверхности.
- При цилиндрическом фрезеровании фреза должна полностью перекрывать обрабатываемую поверхность.
- При контурном фрезеровании диаметр концевой фрезы должен обеспечивать достаточную жёсткость и возможность получения заданных размеров радиусов.
- При сверлении и нарезании резьбы метчиком диаметр инструмента равняется диаметру обрабатываемого отверстия, длина должна быть достаточной для выхода стружки.

2. Материал инструмента должен соответствовать обрабатываемому материалу. В данном случае материал детали – сплав алюминия, инструментальный материал, соответственно, – быстрорежущая сталь марки Р6М5, в состав которой входит: углерод 0,86%, вольфрам 6%, молибден 5%, хром 4,1%, ванадий 1,9%, кобальт до 0,5%, остальное – железо [19, стр. 29].

Инструмент для обрабатываемого центра выбирается по материалам [32, 33, 34, 35], его параметры равняются соответствующему универсальному инструменту, за исключением торцевой фрезы, чей диаметр в два раза меньше.

Технологическое оборудование

- Обоснование выбора
- Технологическое оборудование выбирается согласно принятым методам обработки поверхностей (торцовое и цилиндрическое фрезерование,

контурное фрезерование, растачивание, сверление, цекование, нарезание резьбы метчиком). При этом учитываются следующие факторы:

- размеры стола станка должны быть в 1,2-1,5 раза больше габаритных размеров детали для обеспечения возможности установки и закрепления на столе приспособления;
- мощность двигателя главного привода станка должна быть достаточной для принятого метода обработки;
- габаритные размеры и масса станка должны быть наименьшими.

| | | | | | | |
|------|------|--------------|----------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 22 |
| Изм. | Лист | № Документа_ | Подпись_ | Дата | | |

Таблица 11- Технические характеристики
Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ Haas TM-3P

| Параметры рабочей зоны | |
|---|-------------------|
| Размеры рабочей поверхности стола с Т-обр. пазами, мм | |
| длина | 1467 |
| ширина | 368 |
| Количество Т-образных пазов | 3 |
| Ширина Т-образных пазов, мм | 16 |
| Расстояние между соседними Т-образными пазами, мм | 125 |
| Максимально допустимая нагрузка на стол, кг | 454 |
| Параметры шпинделя | |
| Исполнение конуса шпинделя | ISO40 |
| Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин | 6000 |
| Максимальный крутящий момент (при n=1200 об/мин), Нм | 45 |
| Максимальная мощность на шпинделе, кВт | 5,6 |
| Способ передачи крутящего момента | ременная передача |
| Смазка подшипников шпинделя | консистентная |
| Охлаждение шпинделя | нет |
| Параметры перемещений рабочих органов | |
| Величина рабочих перемещений по осям, мм | |
| по оси X | 1016 |
| по оси Y | 508 |
| по оси Z | 406 |
| Расстояние от зеркала стола до торца шпинделя, мм | |
| в крайнем нижнем положении шпиндельной группы | 102 |
| в крайнем верхнем положении шпиндельной группы | 508 |
| Максимальная величина рабочих подач, м/мин | 10,2 |
| Максимальная скорость холостых перемещений рабочих органов, м/мин | 10,2 |
| Максимальные допустимые усилия по осям, кН | 8,89 |
| Параметры точности | |
| Точность позиционирования суппорта, мм | ±0,010 |
| Повторяемость позиционирования суппорта, мм | ±0,005 |

Т
аб
л
и
ц
а
1
2
-
Т
ех
н
и
че
ск
и
е
ха
ра
кт
ер
и
ст
и
к
и
Г
о
р
из
о
н
та
ль
н
о-
ф
ре
зе
р
н

| Параметры системы автоматической смены паллет | |
|---|---------------------------|
| Размеры рабочей поверхности паллеты, мм | |
| Длина | |
| Ширина | |
| Крутящий момент паллеты, Нм | |
| Передаточное число | |
| Время поворота паллеты на 90° (полная 4-ая ось), сек | |
| Количество паллет | |
| Подготовка паллеты для закрепления заготовки | сетка резьбовых отверстий |
| Тип резьбовых отверстий | |
| Количество резьбовых отверстий | |
| Время смены паллет, сек | |
| Параметры шпинделя | |
| Исполнение конуса шпинделя | ISO40 |
| Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин | |
| Максимальный крутящий момент (при n=2000 об/мин), Нм | |
| Максимальная мощность на шпинделе, кВт | |
| Способ передачи крутящего момента | прямая передача |
| Смазка подшипников шпинделя | воздушно-масляная |
| Параметры перемещений рабочих органов | |
| Величина рабочих перемещений по осям, мм | |
| по оси X | |
| по оси Y | |
| по оси Z | |
| Максимальная величина рабочих подач, м/мин | |
| Максимальная скорость холостых перемещений рабочих органов, м/мин | |

3. Разработка технологических операций

3.1. Расчет припусков

Расчет припусков выполняется расчетно-аналитическим методом. Он позволяет более точно рассчитать значения припусков и используется для изделий массового и серийного производства.

Минимальный припуск рассчитывают по формулам (см. ниже) с использованием расчётной карты для каждой обрабатываемой поверхности. В расчётной карте указывают размер, определяющий положение обрабатываемой поверхности, и технологические переходы в порядке их выполнения при обработке; для каждого перехода записывают значения Rz , h , Δ , ε . Параметры качества поверхности на конечном технологическом переходе принимают по чертежу детали. Для цветных металлов и сплавов после первого технологического перехода слагаемое h из формулы исключают [3 стр. 323].

Расчётные формулы для определения припуска берутся из [3 стр. 321,]:

Минимальный припуск при последовательной обработке противоположащих поверхностей (односторонний припуск):

$$z_{i\min} = (Rz + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i;$$

где Rz_{i-1} – высота неровностей профиля на предшествующем переходе [3, стр. 329, табл. Т6; стр. 332, табл. Т10];

h_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе [3 стр. 329, табл. Т6; стр. 332, табл. Т10];

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – суммарные отклонения расположения поверхности (отклонения от параллельности, перпендикулярности) и отклонения формы поверхности (коробление, смещение) на предшествующем переходе [3, стр. 330, табл. Т8,];

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, определяется по данным [3, стр. 11, табл. Т14].

Для иллюстрации методики расчёта приводятся два примера:

Поверхность 1, этап обработки 1 (предварительное фрезерование):

Состояние поверхности на предшествующем переходе – отливка:

$R_z + h = 300$ мкм, отклонение от параллельности = 450 мкм, коробление составляет 60 мкм. Погрешность установки заготовки на выполняемом переходе ε составляет 80 мкм.

$$z_{2\min} = [300 + (450 + 60) + 80] / 1000 = 0,89 \text{ мм};$$

Поверхность 1, этап обработки 2 (окончательное фрезерование):

Состояние поверхности на предшествующем переходе – предварительно фрезерованная: $R_z = 100$ мкм, $h = 100$ мкм, отклонение от параллельности = 175 мкм. Погрешность установки заготовки на выполняемом переходе ε составляет 80 мкм.

$$z_{2\min} = [(100 + 100) + 175 + 80] / 1000 = 0,375 \text{ мм};$$

Форма расчётной карты для определения припусков берётся из [3, стр. 341].

Таблица 13 – Расчётная карта для определения припусков

| № поверхности детали | Наибольший размер | Маршрут обработки элементарной поверхности | Элементы припуска, мкм | | | | | | Расчётны й припуск zmin , мм |
|-------------------------|----------------------|---|------------------------|-----|-----------------------------|-------------------|-------------|----|--|
| | | | Rz | h | Δ, в том числе | | | ε | |
| | | | | | Лот. пар. или пер. | Δ к о р. | Δ с м | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 1,6 | Отливка | 20 | 140 | 450 | 60 | - | - | - |
| | | 1. Фрезеровать предварительно | 100 | 100 | 175 | - | - | 80 | 0,750 |
| | | 2. Фрезеровать окончательно | 16 | - | - | - | - | 80 | 0,375 |
| 2 | Ø 6,6 | Отливка | Напуск | | | | | | - |
| | | 1. Сверлить 4-е отверстия | 32 | 100 | - | - | | - | - |
| 3 | 25 | Отливка | 20 | 140 | 450 | 60 | - | - | - |
| | | 1. Фрезеровать по контуру предварительно | 100 | 100 | 175 | - | - | 80 | 0,750 |
| | | 2. Фрезеровать по контуру окончательно | 16 | - | - | - | - | 80 | 0,375 |

Продолжение таблица 13

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|----------|-----------------------------|--------|---------|-----|--------|---|--------|--------------|
| 4 | Ø3. 6 | Отливка | Напуск | | | | | | - |
| | | 1. Сверлить 3-и отверстия | 32 | 10 0 | - | - | - | - | - |
| 5 | 4 | Отливка | 20 | 14 0 | - | - | - | 8 0 | |
| | | 1. Расточить окончательно | 50 | 50 | - | - | - | 8 0 | 0,24 |
| 6 | Ø1 20 | Отливка | 20 | 14 0 | - | - | - | 8 0 | |
| | | 1. Расточить окончательно | 50 | 50 | - | - | - | 8 0 | 0,24 |
| 7 | Ø1 16 | Отливка | 20 | 14 0 | 350 | 3 0 | - | 8 0 | - |
| | | 1. Расточить предварительно | 50 | 50 | - | - | - | 8 0 | 0.62 |
| | | 2. Расточить получистовое | 20 | 25 | - | - | - | 8 0 | 0,18 |
| | | 3. Расточить окончательно | 10 | 20 | - | - | - | 8 0 | 0.125 |
| 8 | M2 0 | Отливка | 20 | 14 0 | 350 | 3 0 | - | 8 0 | - |
| | | 1. Расточить окончательно | 50 | 50 | - | - | - | 8 0 | 0,55 |
| 9 | 25 | Отливка | Напуск | | | | | | - |
| | | 1. Расточить окончательно | 50 | 50 | - | - | - | 8 0 | - |
| 10 | M6 | Отливка | Напуск | | | | | | - |
| | | 1 Сверлить 2-а отверстия | 50 | 50 | - | - | - | 8 0 | - |
| 11 | M4 | Отливка | Напуск | | | | | | |
| | | 1. Сверлить 2-а отверстия | 50 | 50 | - | - | - | 8 0 | - |
| 12 | Ø3, 4 | Отливка | Напуск | | | | | | |
| | | 1. Сверлить 3-и отверстия | 50 | 50 | - | - | - | 8 0 | - |
| 13 | M6 | Отливка | Напуск | | | | | | |
| | | 1. Сверлить 4-е отверстия | 50 | 50 | - | - | - | 8 0 | - |
| 14 | M1 0 | Отливка | Напуск | | | | | | - |
| | | 1 Сверлить 2-а отверстия | 50 | 50 | - | - | - | 8 0 | - |

Окончание таблица 13

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|-----------|----------------------------------|--------|---------|-----|--------|---|--------|-------------|
| 15 | М3 | Отливка | Напуск | | | | | | - |
| | | 1 Сверлить 2-а отверстия | 50 | 50 | - | - | - | 8 0 | - |
| 16 | М3 | Отливка | Напуск | | | | | | - |
| | | 1 Сверлить 2-а отверстия | 50 | 50 | - | - | - | 8 0 | - |
| 17 | М6 | Отливка | Напуск | | | | | | - |
| | | 1 Сверлить 2-а отверстия | 50 | 50 | - | - | - | 8 0 | - |
| 18 | М2 | Отливка | Напуск | | | | | | - |
| | | 1 Сверлить 2-а отверстия | 50 | 50 | - | - | - | 8 0 | - |
| 19 | М4 | Отливка | Напуск | | | | | | - |
| | | 1 Сверлить 2-а отверстия | 50 | 50 | - | - | - | 8 0 | - |
| 20 | М4 | Отливка | Напуск | | | | | | - |
| | | 1 Сверлить 2-а отверстия | 50 | 50 | - | - | - | 8 0 | - |
| 21 | 36x 44 | Отливка | 20 | 14 0 | 350 | 3 0 | - | 8 0 | - |
| | | 1. Фрезеровать предварительно | 50 | 50 | - | - | - | 8 0 | 0,62 |
| | | 2. Фрезеровать окончательно | 20 | 25 | - | - | - | 8 0 | 0,18 |
| 22 | Ø27 .5 | Отливка | 20 | 14 0 | 350 | 3 0 | - | 8 0 | - |
| | | 1. Фрезеровать предварительно | 50 | 50 | - | - | - | 8 0 | 0,62 |
| | | 2. Фрезеровать окончательно | 20 | 25 | - | - | - | 8 0 | 0,18 |
| 23 | М3 | Отливка | Напуск | | | | | | - |
| | | 1 Сверлить 2-а отверстия | 50 | 50 | - | - | - | 8 0 | - |

3.2.Определение режимов резания

Существует два метода для определения режимов резания:

Расчётно-аналитический метод;

Опытно-статистический метод.

Расчётно-аналитический метод

Данный метод основан на расчёте режимов резания по эмпирическим формулам, которые учитывают большое количество факторов, влияющих на процесс резания.

Аналитический расчёт режимов резания выполняется только для нескольких операций с целью показать сущность методики расчёта. Данные для других операций берутся из справочников. В качестве примера рассматриваются Комплексная, координатно-расточная и вертикально-сверлильная операции.

Операция 005, Комплексная

Параметры инструмента

На данной операции производится обработка верхней плоскости детали, а также отверстий в технологических приливах. Общая длина поверхностей $L_{дет}$ равна 265 мм. Ширина поверхности B равна 182 мм. При торцовом фрезеровании фреза должна перекрывать обрабатываемую поверхность в 1,2-1,5 раза, поэтому её диаметр должен быть не менее 220 мм. Материал режущей части определяется материалом обрабатываемой заготовки, а также типом и видом обработки. В рассматриваемом случае деталь изготовлена из сплава алюминия марки АК6.

Наиболее распространённым инструментальным материалом для обработки алюминиевых сплавов является быстрорежущая сталь марки P6M5 [19]. Исходя из всего выше приведённого, выбираем торцовую фрезу по ГОСТ 26595-85 2214-0462 P6M5, диаметром 250 мм и с числом ножей $z=14$.

Параметры режимов резания

Рассмотрим первый черновой переход.

Выбираем вертикальный обрабатывающий центр модели VMC750.

Глубина фрезерования t составляет 0,75 мм, а подача на зуб S_z в соответствии с данными справочника [4, табл. 76, стр. 403] находится в диапазоне 0,30-0,50 мм/зуб. Выбираем среднее значение $S_z=0,40$ мм/зуб. (Скорректировать подачу в соответствии с паспортными данными станка на данном этапе не представляется возможным, так как не известна частота вращения шпинделя.)

Для расчёта скорости резания согласно [4, стр. 406] используется следующая зависимость:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v,$$

- где C_v – коэффициент [4, табл. 81, стр. 410];
 D – диаметр фрезы, мм;
 T – стойкость фрезы, мин [4, табл. 82, стр. 411];
 t – глубина резания, мм;
 S_z – подача на зуб, мм/зуб;
 B – ширина фрезерования, мм;
 z – количество ножей;
 K_v – поправочный коэффициент, равный:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV},$$

- где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество материала, [4, табл. 4 стр. 360];
 K_{PV} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности, [4, табл. 5, стр. 361];
 K_{IV} – коэффициент, учитывающий материал инструмента, [4, табл. 6, стр. 361].

Показатели степеней определяются по [4, табл. 81, стр. 410].

$$C_v = 155$$

$$q = 0,25$$

$$x = 0,1$$

$$y = 0,4$$

$$u = 0,15$$

$$p = 0,1$$

$$m = 0,2$$

$$T = 180 \text{ мин}$$

$$K_v = 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,9,$$

тогда

$$V_{расч} = \frac{155 \cdot 250^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 0,75^{0,1} \cdot 0,4^{0,4} \cdot 105^{0,15} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,9 = 112,3 \text{ м/мин},$$

частота вращения шпинделя определяется по следующей зависимости:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

подставим числовые значения:

$$n = \frac{1000 \cdot 112,3}{3,14 \cdot 250} = 143,1 \text{ об/мин},$$

На основании паспортных данных станка принимаем $n = 125$ об/мин. Тогда действительная скорость резания, определяемая по следующей зависимости

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, V = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 125}{1000} = 98,12 \text{ м/мин}$$

Теперь, когда известна частота вращения шпинделя, можно скорректировать минутную подачу, равную $S_z \cdot z \cdot n = 0,4 \cdot 14 \cdot 125 = 700$ мм/мин. По паспортным данным станка принимаем $S_{\text{мин}} = 700$ мм/мин, подача на зуб составит

$$S_z = \frac{S_{\text{н}}}{z \cdot n} = \frac{700}{14 \cdot 125} = 0,4 \text{ мм/зуб}.$$

Для расчёта мощности резания (эффективной) согласно [4, стр. 411] используется следующая зависимость:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

в которой на основании [4, стр. 406]

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP},$$

где C_p – коэффициент [4, табл. 83, стр. 412];

t – глубина резания, мм;

S_z – подача на зуб, мм/зуб;

B – ширина фрезерования, мм;

z – количество ножей;

D – диаметр фрезы, мм;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

K_{MP} – поправочный коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала [4, табл. 10, стр. 363].

Показатели степеней определяются по [4, табл. 83, стр. 412].

Окружную силу P_z при фрезеровании алюминиевых сплавов рассчитывают, как для стали, с введением коэффициента 0,25.

$$C_p = 82,5$$

$$x = 0,95$$

$$y = 0,8$$

$$n = 1,1$$

$$q = 1,1$$

$$K_{MP} = 1,0$$

$$w = 0$$

Тогда

$$P_z = \frac{10 \cdot 82,5 \cdot 0,75^{0,95} \cdot 0,4^{0,8} \cdot 182^{1,1} \cdot 14}{250^{1,1} \cdot 125^0} \cdot 1,0 \cdot 0,25 = 742,88 \text{ Н}$$

$$N_e = \frac{742,88 \cdot 98,12}{1020 \cdot 60} = 1,19 \text{ кВт}$$

Выбранный станок VMC750 имеет номинальную мощность двигателя 18кВт, с учётом КПД: $N_{ст.} = 18 \cdot 0,85 = 15,3 \text{ кВт}$. Мощность резания меньше мощности станка. Расчёт окончен.

Операция 005(уст.3), Комплексная

Параметры инструмента

На данной операции производится растачивание посадочного отверстия. Глубина растачивания ($l_{дет}$) составляет 25 мм, номинальный диаметр отверстия равен 116 мм. Обработка производится расточным блоком с главным углом в плане 45° , закреплённым в расточной оправке. Материал резца определяется материалом обрабатываемой заготовки, а также типом и видом обработки. В рассматриваемом случае деталь изготовлена из сплава алюминия марки АК6. Наиболее распространённым инструментальным материалом для обработки алюминиевых сплавов является быстрорежущая сталь марки Р6М5 [19]. Исходя из всего выше приведённого, выбираем блок расточной 2192-4010 и оправку расточную 6300-4012.

Параметры режимов резания

Рассмотрим первый черновой переход.

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист 32 |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | |

Выбираем вертикальный обрабатывающий центр модели VMC750.

Глубина резания t составляет 0,62 мм, диаметр растачиваемого отверстия равен 160 мм, а подача на оборот S в соответствии с данными справочника [4, табл. 12, стр. 365] находится в диапазоне 0,12-0,18 мм/об.

На основании паспортных данных станка принимаем $S=0,12$ мм/об.

Для расчёта скорости резания согласно [4, стр. 363] используется следующая зависимость:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

где C_v – коэффициент [4, табл. 17, стр. 368];

T – стойкость резца, мин [4, стр. 363];

t – глубина резания, мм;

S – подача на оборот, мм/об;

K_v – поправочный коэффициент, равный:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV},$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество материала, [4, табл. 4 стр. 360];

K_{PV} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности, [4, табл. 5, стр. 361];

K_{IV} – коэффициент, учитывающий материал инструмента, [4, табл. 6, стр. 361].

Показатели степеней определяются по [4, табл. 17, стр. 368].

$m=0,28$, $x=0,12$, $y=0,25$,

$T=60$ мин.

$$K_v = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0,$$

тогда

$$V_{расч} = \frac{485}{60^{0,28} \cdot 0,62^{0,12} \cdot 0,12^{0,25}} \cdot 1,0 = 278,3 \text{ м/мин}$$

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 33 |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | |

Частота вращения шпинделя определяется по следующей зависимости:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}.$$

Подставим числовые значения:

$$n = \frac{1000 \cdot 278,3}{3,14 \cdot 160} = 553,9 \text{ об/мин}$$

На основании паспортных данных станка принимаем $n = 500$ об/мин. Тогда действительная скорость резания, определяемая по следующей зависимости

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000},$$

составит

$$V = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 500}{1000} = 251,2 \text{ м/мин}$$

Для расчёта мощности резания (эффективной) согласно [4, стр. 371] используется следующая зависимость:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

в которой на основании [4, стр. 371]

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P,$$

где C_p – коэффициент [4, табл. 22, стр. 373];

t – глубина резания, мм;

S – подача на оборот, мм/об;

V – скорость резания, м/мин;

K_P – поправочный коэффициент, равный при обработке алюминия

$$K_P = K_{MP},$$

где K_{MP} – поправочный коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала [4, табл. 10, стр. 363].

Показатели степеней определяются по [4, табл. 22, стр. 373].

$$C_p=40,$$

$$x=1,0;$$

$$y=0,75;$$

$$n=0,$$

$$K_{MP}=1,0.$$

Тогда

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 0,62^1 \cdot 0,12^{0,75} \cdot 251,2^0 \cdot 1,0 = 50,5 \text{ Н}$$

$$N_e = \frac{50,5 \cdot 251,2}{1020 \cdot 60} = 0,2 \text{ кВт}$$

Выбранный станок VMC750 имеет номинальную мощность двигателя 18кВт, с учётом КПД: $N_{CT.} = 18 \cdot 0,85 = 15,3 \text{ кВт}$. Мощность резания меньше мощности станка. Расчёт окончен.

Результаты расчётов сводятся в единую таблицу

Таблица 14 – Сводная таблица рассчитанных режимов резания

| Операция, переход | Глубина резания, t , мм | Подача на оборот, S , мм/об (на зуб, S_z , мм/зуб) | Расчётная скорость резания, V_p , м/мин | Расчётная частота вращения шпинделя, n_p , об/мин | Принятая частота вращения шпинделя, n , об/мин | Действительная скорость резания, V , м/мин | Мощность резания (эффективная), N_e , кВт |
|-----------------------------------|---------------------------|--|---|---|--|--|---|
| 005, предварительное фрезерование | 0,75 | (0,4) | 112,3 | 143,1 | 125 | 98,12 | 1,19 |
| 015, предварительное растачивание | 0,62 | 0,12 | 278,3 | 553,9 | 500 | 251,2 | 0,2 |

Опытно-статистический метод

Данный метод заключается в назначении режимов обработки на основании данных справочной литературы. С этой целью используются источники [7, 8, 9].

Таблица 15 – Режимы резания – ПРОЕКТНЫЙ вариант

| № операции | Название операции | № перехода | Материал режущей части | Размер обрабатываемой поверхности, мм | Элементы режима резания | | | | | | | |
|--------------|-------------------|------------|------------------------|---------------------------------------|---------------------------|---|-------------------------------|---|---|-------------------------------|-------------------------------------|---|
| | | | | | Глубина резания, t , мм | Подача на оборот, S , мм/об (S_z , мм/зуб) | Табличные (расчётные) | | Принятые | | | Мощность резания (эффективная), N_e , кВт |
| | | | | | | | Скорость резания, V , м/мин | Частота вращения шпинделя, n , об/мин | Частота вращения шпинделя, n , об/мин | Скорость резания, V , м/мин | Подача минутная, $S_{мин}$, мм/мин | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 005 уст.1 | Комплексная | 1. | | | | | | | | | | |
| | | 2. | | | | | | | | | | |
| | | 3. | P6M5 | 265 | 0,37 | 5,4(0,3) | 125 | 159,2 | 150 | 117,75 | 810 | 0,13 |
| | | 4. | | | | | | | | | | |
| | | 5. | P6M5 | 7,2 | 3,6 | 0,2 | 56 | 2477 | 2000 | 45,2 | 400 | 0,12 |
| | | 6. | | | | | | | | | | |
| | | 7. | P6M5 | 7,8 | 0,3 | 0,3 | 79 | 3225 | 3000 | 73,5 | 900 | 0,22 |
| | | 8. | | | | | | | | | | |
| | | 9. | P6M5 | 8 | 0,1 | 0,35 | 20 | 796 | 750 | 18,84 | 262,5 | 0,05 |
| 005 уст.2 | Комплексная | 1. | | | | | | | | | | |
| | | 2. | P6M5 | 265 | 0,75 | 5,4(0,3) | 125 | 159,2 | 150 | 117,75 | 810 | 0,13 |
| | | 3. | P6M5 | 265 | 0,37 | 5,4(0,3) | 125 | 159,2 | 150 | 117,75 | 810 | 0,13 |
| | | 4. | | | | | | | | | | |
| | | 5. | P6M5 | 44 | 0,62 | 0,48(0,12) | 75 | 3981 | 3500 | 65,9 | 1680 | 0,05 |
| | | 6. | | | | | | | | | | |
| | | 7. | P6M5 | 3,4 | 1,7 | 0,15 | 53 | 4964 | 4800 | 51,2 | 720 | 1,4 |
| | | 8. | | | | | | | | | | |
| | | 9. | P6M5 | 3,6 | 1,8 | 0,15 | 53 | 4688 | 4500 | 50,9 | 675 | 1,3 |
| | | 10. | | | | | | | | | | |
| | | 11. | P6M5 | 16 | 8 | 0,5 | 50 | 995,2 | 800 | 40,2 | 400 | 3,4 |
| | | 12. | | | | | | | | | | |
| | | 13. | P6M5 | 5,5 | 2,75 | 0,2 | 47 | 2721,5 | 2500 | 43,2 | 500 | 0,7 |
| | | 14. | | | | | | | | | | |
| | | 15. | P6M5 | 0,5 | 0,5 | 0,2 | 120 | 3821 | 3500 | 109,9 | 700 | 0,5 |
| | | 16. | | | | | | | | | | |
| | | 17. | P6M5 | M6 | - | 0,5 | 8 | 424 | 400 | 7,5 | 200 | 0,4 |

Продолжение таблица 15

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------------|----|------|------|-----------|------|-----|-------|------|-------|------|------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| 005 Уст.3 | Комплексная | 1. | | | | | | | | | | | |
| | | 2. | P6M5 | 2,5 | 1,25 | 0,1 | 53 | 6752 | 6500 | 51 | 650 | 0,19 | |
| | | 3. | | | | | | | | | | | |
| | | 4 | P6M5 | 3,3 | 1,65 | 0,2 | 43 | 4150 | 4000 | 41,4 | 800 | 0,3 | |
| | | 5 | | | | | | | | | | | |
| | | 6 | P6M5 | 4,95 | 2,47 5 | 0,3 | 42 | 2705 | 2500 | 38,9 | 750 | 0,5 | |
| | | 7 | | | | | | | | | | | |
| | | 8 | P6M5 | 6,8 | 1,6 | 0,35 | 120 | 5620 | 5600 | 119,6 | 1960 | 0,9 | |
| | | 9 | P6M5 | 4 | 0,5 | 0,2 | 120 | 9554 | 9500 | 119,3 | 1900 | 0,65 | |
| | | 10 | P6M5 | 5,4 | 0,7 | 0,2 | 120 | 7077 | 7000 | 118,7 | 1400 | 0,7 | |
| | | 11 | P6M5 | 7 | 1 | 0,35 | 120 | 5459 | 5400 | 118,7 | 1890 | 0,9 | |
| | | 12 | | | | | | | | | | | |
| | | 13 | P6M5 | 20,1 | 1,37 5 | 0,8 | 54 | 856 | 800 | 50,5 | 640 | 2,5 | |
| | | 14 | | | | | | | | | | | |
| | | 15 | P6M5 | 14,8 | 0,4 | 0,4 | 483 | 1340 | 1250 | 450,6 | 600 | 0,8 | |
| | | 16 | | | | | | | | | | | |
| | | 17 | P6M5 | 15,5 | 0,35 | 0,2 | 609 | 1679 | 1500 | 544 | 300 | 0,75 | |
| | | 18 | | | | | | | | | | | |
| | | 19 | P6M5 | 116 | 0,25 | 0,1 | 577 | 1584 | 1500 | 546,4 | 150 | 0,65 | |
| | | 20 | | | | | | | | | | | |
| | | 21 | P6M5 | 120 | 0,8 | 0,4 | 483 | 1282 | 1250 | 471 | 600 | 1,2 | |
| | | 22 | | | | | | | | | | | |
| | | 23 | P6M5 | M20 | - | 1 | 14 | 223 | 200 | 12,56 | 200 | 0,5 | |
| | | 24 | | | | | | | | | | | |
| | | 25 | P6M5 | M3 | - | 0,5 | 5 | 530 | 500 | 4,7 | 250 | 0,1 | |
| | | 26 | | | | | | | | | | | |
| | | 27 | P6M5 | M4 | - | 0,7 | 6 | 477,7 | 450 | 5,65 | 315 | 0,12 | |
| | | 28 | | | | | | | | | | | |
| | | 29 | P6M5 | M6 | - | 1 | 10 | 530,7 | 500 | 9,42 | 500 | 0,15 | |
| 005 Уст.4 | Комплексная | 1. | | | | | | | | | | | |
| | | 2. | P6M5 | 6,6 | 3,3 | 0,35 | 44 | 2123 | 2000 | 41,4 | 700 | 0,9 | |
| | | 3. | | | | | | | | | | | |
| | | 4 | P6M5 | 2,5 | 1,25 | 0,1 | 53 | 6752 | 6500 | 51 | 650 | 0,19 | |
| | | 5 | P6M5 | 2,5 | 1,25 | 0,1 | 53 | 6752 | 6500 | 51 | 650 | 0,19 | |
| | | 6 | | | | | | | | | | | |
| | | 7 | P6M5 | 8,43 | 4,21 5 | 0,45 | 40 | 1511 | 1500 | 39,7 | 675 | 0,66 | |
| | | 8 | | | | | | | | | | | |
| | | 9 | P6M5 | 4 | 0,5 | 0,2 | 120 | 9554 | 9500 | 119,3 | 1900 | 0,65 | |
| | | 10 | P6M5 | 4 | 0,5 | 0,2 | 120 | 9554 | 9500 | 119,3 | 1900 | 0,65 | |
| | | 11 | P6M5 | 12 | 1,6 | 0,6 | 120 | 3185 | 3000 | 113 | 1800 | 1,1 | |
| | | 12 | | | | | | | | | | | |
| | | 13 | P6M5 | M3 | - | 0,5 | 5 | 530 | 500 | 4,7 | 250 | 0,1 | |
| | | 14 | P6M5 | M3 | - | 0,5 | 5 | 530 | 500 | 4,7 | 250 | 0,1 | |
| | | 15 | | | | | | | | | | | |
| | | 16 | P6M5 | M10 | - | 1,5 | 14 | 445,9 | 400 | 12,6 | 600 | 0,2 | |

Окончание таблица 15

[illegible]

3.3. Расчет норм времени

Методика определения норм времени

Определение норм времени на операции производится на основании данных отраслевых нормативов [11,12] и по рекомендациям [10]. При этом в состав норм входят следующие слагаемые:

Штучно-калькуляционное время:

$$t_{шк} = t_{ш} + \frac{T_{пз}}{n},$$

где $t_{ш}$ – штучное время, мин.;

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин.;

n – размер партии деталей, шт.

Подготовительно-заключительное время включает в себя затраты времени на получение материалов, инструментов, приспособлений, технологической документации, наряда на работу; ознакомление с работой, чертежом; получение инструктажа; установку инструментов, приспособлений, наладку оборудования на соответствующий режим; снятие приспособлений и инструмента; сдачу готовой продукции, остатков материалов, приспособлений, инструмента, технологической документации и наряда.

Штучное время:

$$t_{ш} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд},$$

где $t_{осн}$ – основное время, мин.;

$t_{всп}$ – вспомогательное время, мин.;

$t_{отд}$ – время на отдых и личные потребности, мин.;

$t_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, мин.

Основное время – основное технологическое время, в продолжение которого осуществляется изменение размеров, формы, состояния поверхностного слоя, структуры материала обрабатываемой заготовки. Оно определяется по следующей формуле:

$$t_{осн} = \frac{L_{расч}}{S \cdot n} = \frac{l_{дет} + l_{вр} + l_{пер}}{S \cdot n} = \frac{L_{расч}}{S_{мин}},$$

где $L_{расч}$ – расчётная длина, мм;

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист 39 |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | |

$l_{дет}$ – длина детали, мм;

$l_{вр}$ – длина врезания, мм;

$l_{пер}$ – длина перебега, мм;

S – величина подачи, мм/об.;

$S_{мин}$ – минутная подача, мм/мин.;

n – частота вращения шпинделя, об/мин.

Вспомогательное время определяется как сумма затрат времени на вспомогательные приёмы, сопутствующие основной работе. В состав вспомогательного времени входит время на установку-снятие заготовки, управление станком, смену инструмента, измерение детали.

Оперативное время:

$$t_{он} = t_{осн} + t_{всп},$$

Время на обслуживание рабочего места, затрачиваемое на смазывание станка, смену инструмента, удаление стружки, подготовка станка к работе в начале смены и приведение его в порядок после окончания работы (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{обс} = 0,06 \cdot (t_{осн} + t_{всп}) = 0,06 \cdot t_{он},$$

Время на отдых и личные потребности (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{отд} = 0,04 \cdot (t_{осн} + t_{всп}) = 0,04 \cdot t_{он},$$

Для иллюстрации методики определения норм времени приводится пример расчёта одной операции:

Операция 005:

Переход 1: Установить и снять.

| | | | | | | |
|------|------|--------------|----------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 40 |
| Изм. | Лист | № Документа_ | Подпись_ | Дата | | |

Вспомогательное время: Основного времени нет.

$$t_{всп} = t_{уст/сн} + t_{кожух} + t_{струж},$$
$$t_{всп} = 1,1 + 0,06 + 0,06 = 1,22 \text{ мин.}$$

Переход 2: Фрезеровать поверхность 1 предварительно.

Основное время:

$$t_{инт} = \frac{265 + 250}{700} = 0,74 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$t_{всп} = t_{с.пер.} + t_{изм} \cdot \beta,$$
$$t_{всп} = 0,63 + 0,35 \cdot 0,08 = 0,66 \text{ мин.}$$

Переход 3: Фрезеровать поверхность 1 окончательно.

Основное время:

$$t_{инт} = \frac{265 + 250}{810} = 0,64 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$t_{всп} = t_{с.пер.} + t_{изм} \cdot \beta,$$
$$t_{всп} = 0,63 + 0,35 \cdot 0,08 = 0,66 \text{ мин.}$$

Переход 4: Сменить инструмент

Вспомогательное время: Основного времени нет.

$$t_{всп} = t_{см.инст.} \quad t_{всп} = 0,08 \text{ мин.}$$

Переход 5: Сверлить 2 технологических отверстия $\varnothing 8^{+0,036}$

Основное время:

$$t_{осн} = \frac{25 + 5}{400} \cdot 2 = 0,15 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$t_{всп} = t_{с.пер.} + t_{изм} \cdot \beta,$$
$$t_{всп} = 0,63 + 0,35 \cdot 0,08 = 0,66 \text{ мин.}$$

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 41 |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | |

Переход 6: Сменить инструмент

Вспомогательное время: Основного времени нет.

$$t_{всп} = t_{см.инст.},$$
$$t_{всп} = 0,08 \text{ мин.}$$

Переход 7: Зенкеровать 2 технологических отверстия $\varnothing 8^{+0,036}$

Основное время:

$$t_{осн} = \frac{25+2}{900} \cdot 2 = 0,06 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$t_{всп} = t_{с.пер.} + t_{изм} \cdot \beta,$$
$$t_{всп} = 0,63 + 0,35 \cdot 0,08 = 0,66 \text{ мин.}$$

Переход 8: Сменить инструмент

Вспомогательное время: Основного времени нет.

$$t_{всп} = t_{см.инст.},$$
$$t_{всп} = 0,08 \text{ мин.}$$

Переход 9: Развернуть 2 технологических отверстия $\varnothing 8^{+0,036}$

Основное время:

$$t_{осн} = \frac{25+8}{262,5} \cdot 2 = 0,25 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$t_{всп} = t_{с.пер.} + t_{изм} \cdot \beta;$$
$$t_{всп} = 0,63 + 0,35 \cdot 0,08 = 0,66 \text{ мин.}$$

Нормы времени в целом на операцию:

Сумма основного времени на операцию:

$$t_{осн} = 0,74 + 0,64 + 0,15 + 0,06 + 0,25 = 1,84 \text{ мин.}$$

Сумма вспомогательного времени на операцию:

$$t_{всп} = 1,22 + 0,66 \cdot 5 + 0,08 \cdot 3 = 4,76 \text{ мин.}$$

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист 42 |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | |

Оперативное время:

$$t_{on} = t_{осн} + t_{всп};$$

$$t_{on} = 1,84 + 4,76 = 6,6 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание:

$$t_{обс} = 0,06 \cdot t_{on};$$

$$t_{обс} = 0,06 \cdot 6,6 = 0,4 \text{ мин.}$$

Время на отдых:

$$t_{отд} = 0,04 \cdot t_{on};$$

$$t_{отд} = 0,04 \cdot 6,6 = 0,26 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$t_{ш} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд};$$

$$t_{ш} = 1,84 + 4,76 + 0,4 + 0,26 = 7,26 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время:

$$t_{шк} = t_{ш} + \frac{T_{нз}}{n}, \quad t_{шк} = 7,26 + \frac{16}{35} = 7,72 \text{ мин.}$$

Расчёт завершён.

| | | | | | | |
|------|------|--------------|----------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 43 |
| Изм. | Лист | № Документа_ | Подпись_ | Дата | | |

Проектный вариант

Расчёт основного и вспомогательного времени

Таблица 16 – Основное и вспомогательное время – ПРОЕКТНЫЙ вариант

| № операции | № перехода | Расчёт основного времени | | | | | | Элементы вспомогательного времени, мин. | | | | | | | | | |
|------------|------------|--------------------------|----------------------------|--|---|---|-------------|---|--------------------------------|----------------------------|--|--------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|---------------------------------------|-------------|
| | | Размеры обработки, мм | | | Режимы резания <i>S_{мин}</i> , мм/мин | Основное время, <i>t_о</i> , мин. | | Время на установку и снятие детали | ..., не включенное в комплексы | | Вспомогательное время, связанное с переходом | ..., не включенное в комплексы | | Время на измерения | Периодичность измерений, β | Суммарное время, <i>t_в</i> | |
| | | <i>L_{дет}</i> | <i>L_{вп+Lпер}</i> | Расчётная длина, <i>L_{расч}</i> | | на переход | на операцию | | Поставить и снять щиток | Очистить деталь от стружки | | Изменить подачу | Сменить инструмент | | | на переход | на операцию |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 005 Уст.1 | 1. | - | - | - | - | - | 1,84 | 1,1 | 0,06 | 0,06 | | | | | | 1,22 | 4,46 |
| | 2. | 265 | 250 | 515 | 700 | 0,74 | | - | - | - | 0,63 | - | - | 0,35 | 0,08 | 0,66 | |
| | 3. | 265 | 250 | 515 | 810 | 0,64 | | - | - | - | 0,63 | - | - | 0,35 | 0,08 | 0,66 | |
| | 4. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,08 | - | - | - | |
| | 5. | 25 | 5 | 30 | 400 | 0,15 | | - | - | - | 0,63 | - | - | 0,25 | 0,08 | 0,66 | |
| | 6. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,08 | - | - | - | |
| | 7. | 25 | 2 | 27 | 900 | 0,06 | | - | - | - | 0,63 | - | - | 0,25 | 0,08 | 0,66 | |
| | 8. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,08 | - | - | - | |
| | 9. | 25 | 8 | 31 | 262,5 | 0,25 | | - | - | - | 0,63 | - | - | 0,25 | 0,08 | 0,66 | |
| 005 Уст.2 | 1. | - | - | - | - | - | 3,874 | 1,1 | 0,06 | 0,06 | | | | | | 1,22 | 16,43 |
| | 2. | 265 | 250 | 515 | 700 | 0,74 | | - | - | - | 0,63 | - | - | 0,35 | 0,08 | 0,66 | |
| | 3. | 265 | 250 | 515 | 810 | 0,64 | | - | - | - | 0,63 | - | - | 0,35 | 0,08 | 0,66 | |
| | 4. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,08 | - | - | - | |
| | 5. | 44* 6 | 6 | 270 | 1680 | 0,16 | | - | - | - | 0,63 | - | - | 0,25 | 0,08 | 0,66 | |
| | 6. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,08 | - | - | - | |
| | 7. | 2 | 3 | 5*3 | 720 | 0,02 | | - | - | - | 0,63 | - | - | 0,25 | 0,08 | 0,66 | |
| | 8. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,08 | - | - | - | |
| | 9. | 3 | 3 | 6*3 | 675 | 0,03 | | - | - | - | 0,63 | - | - | 0,25 | 0,08 | 0,66 | |
| | 10. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,08 | - | - | - | |
| | 11. | 6,9 | 8 | 14,9*5 | 400 | 0,19 | | - | - | - | 0,63 | - | - | 0,25 | 0,08 | 0,66 | |
| | 12. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,08 | - | - | - | |
| | 13. | 3,4+8 | 3+3 | 17,4 | 500 | 0,03 | | - | - | - | 0,63 | - | - | 0,25 | 0,08 | 0,66 | |
| | 14. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,08 | - | - | - | |
| | 15. | 0,5+1 | 0,5+1 | 3 | 700 | 0,04 | | - | - | - | 0,27 | 0,07 | - | 0,23 | 0,08 | 0,37 | |
| | 16. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,08 | - | - | - | |
| | 17. | 3,4+8 | 16*2 | 43,4 | 200 | 0,22 | | - | - | - | 0,63 | - | - | 0,25 | 0,08 | 0,66 | |

Продолжение таблица 16

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|-------------------|-----|-----|-----------|------------|----------|-----------|-----------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 005 Уср. .3 | 1. | - | - | - | - | - | 0,9 45 | 1,1 | 0,0 6 | 0,0 6 | | | | | | 1,2 2 | 7, 49 |
| | 2. | 5,5 | 2 | 7,5 *2 | 650 | 0,0 2 | | - | - | - | 0,2 7 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 3. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,0 8 | - | - | - | |
| | 4. | 5,5 | 2 | 7,5 *2 | 800 | 0,0 2 | | - | - | - | 0,2 7 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 5. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,0 8 | - | - | - | |
| | 6. | 10 | 2 | 12* 4 | 75 0 | 0,0 2 | | - | - | - | 0,2 7 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 7. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,0 8 | - | - | - | |
| | 8. | 1,6 | 1,6 +1 | 4,2 *3 | 196 0 | 0,0 08 | | - | - | - | 0,2 7 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 9. | 0,5 | 0,5 +1 | 2*2 | 19 00 | 0,0 03 | | - | - | - | 0,2 7 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 10. | 0,7 | 0,7 +1 | 2,4 *2 | 14 00 | 0,0 05 | | - | - | - | 0,2 7 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 11. | 1 | 1+ 1 | 3*4 | 18 90 | 0,0 08 | | - | - | - | 0,2 7 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 12. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,0 8 | - | - | - | |
| | 13. | 2,1 | 4 | 6,1 *5 | 64 0 | 0,0 5 | | - | - | - | 0,2 7 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 14. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,0 8 | - | - | - | |
| | 15. | 21 | 2 | 23 | 60 0 | 0,0 4 | | - | - | - | 0,2 7 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 16. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,0 8 | - | - | - | |
| | 17. | 21 | 2 | 23 | 30 0 | 0,0 8 | | - | - | - | 0,2 7 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 18. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,0 8 | - | - | - | |
| | 19. | 21 | 2 | 23 | 15 0 | 0,1 6 | | - | - | - | 0,2 7 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 20. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,0 8 | - | - | - | |
| | 21. | 4 | 2 | 6 | 60 0 | 0,0 01 | | - | - | - | 0,2 7 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 22. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,0 8 | - | - | - | |
| | 23. | 4,8 | 8 | 12, 8*4 | 20 0 | 0,2 6 | | - | - | - | 0,2 7 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 24. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,0 8 | - | - | - | |
| | 25. | 5,5 | 2,5 | 8*2 | 25 0 | 0,0 6 | | - | - | - | 0,2 7 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 26. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,0 8 | - | - | - | |
| | 27. | 5,5 | 5,6 | 11, 1*2 | 31 5 | 0,0 7 | | - | - | - | 0,2 7 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 28. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,0 8 | - | - | - | |

Продолжение таблица 16

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|------------------|-----|-----|---------------|----------------|----------|-----------------|-----------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 005 Уст .4 | 29. | 10 | 8 | 18* 4 | 50 0 | 0,1 4 | 0,5 76 | - | - | - | 0,2 7 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | 5, 32 |
| | 1. | - | - | - | - | - | | 1,1 | 0,0 6 | 0,0 6 | | | | | | 1,2 2 | |
| | 2. | 16 | 2 | 18 *4 | 70 0 | 0,1 0 | | - | - | - | 0, 27 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 3. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,0 8 | - | - | - | |
| | 4. | 5,5 | 2 | 7,5 *2 | 65 0 | 0,0 2 | | - | - | - | 0, 27 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 5. | 12 | 2 | 14 *2 | 65 0 | 0,0 4 | | - | - | - | 0, 27 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 6. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,0 8 | - | - | - | |
| | 7. | 14 | 4 | 18 *2 | 67 5 | 0,0 5 | | - | - | - | 0, 27 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 8. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,0 8 | - | - | - | |
| | 9. | 0,5 | 0, 5+ 1 | 2* 2 | 19 00 | 0,0 2 ... | | - | - | - | 0, 27 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 10. | 0,5 | 0, 5+ 1 | 2* 2 | 19 00 | 0,0 02 | | - | - | - | 0, 27 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 11. | 1,6 | 1, 6+ 1 | 4,2 *2 | 19 00 | 0,0 02 | | - | - | - | 0, 27 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 12. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,0 8 | - | - | - | |
| | 13. | 5,5 | 12 | 17, 5* 2 | 25 0 | 0,1 4 | | - | - | - | 0, 27 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 14. | 8 | 12 | 20 *2 | 25 0 | 0,1 6 | | - | - | - | 0, 27 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 15. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0,0 8 | - | - | - | |
| | 16. | 9 | 9 | 18 *2 | 60 0 | 0,0 6 | | - | - | - | 0, 27 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| 010 | 1. | - | - | - | - | - | 0,3 8 | 1,1 | 0,0 6 | 0,0 6 | | | | | | 1,2 2 | 3, 18 |
| | 2. | 50 | 14 | 64 *3 | 10 00 | 0,1 9 | | - | - | - | 0, 27 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 3. | - | - | - | - | - | | 1,1 | 0,0 6 | 0,0 6 | | | | | | 1,2 2 | |
| | 4. | 50 | 14 | 64 *3 | 10 00 | 0,1 9 | | - | - | - | 0, 27 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |

Окончание таблица 16

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---------|-----|-----|---------------|----------------|----------|-----------|-----------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 01 5 | 1. | - | - | - | - | - | 0,3 46 | 1,1 | 0,0 6 | 0,0 6 | | | | | | 1,2 2 | 5,1 7 |
| | 2. | 11 | 2 | 13 *2 | 80 0 | 0,0 33 | | - | - | - | 0, 27 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 3. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0, 08 | - | - | - | |
| | 4. | 0,7 | 0, 7+ 1 | 2,4 *2 | 19 00 | 0,0 03 | | - | - | - | 0, 27 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 5. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0, 08 | - | - | - | |
| | 6. | 8 | 5, 6 | 13, 6* 2 | 31 5 | 0,0 86 | | - | - | - | 0, 27 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 7. | - | - | - | - | - | | 1,1 | 0,0 6 | 0,0 6 | | | | | | 1,2 2 | |
| | 8. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0, 08 | - | - | - | |
| | 9. | 11 | 2 | 13 *2 | 80 0 | 0,0 33 | | - | - | - | 0, 27 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 10. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0, 08 | - | - | - | |
| | 11. | 0,7 | 0, 7+ 1 | 2,4 *2 | 19 00 | 0,0 03 | | - | - | - | 0, 27 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 12. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0, 08 | - | - | - | |
| | 13. | 8 | 5, 6 | 13, 6* 2 | 31 5 | 0,0 86 | | - | - | - | 0, 27 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 14. | - | - | - | - | - | | 1,1 | 0,0 6 | 0,0 6 | | | | | | 1,2 2 | |
| | 15. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0, 08 | - | - | - | |
| | 16. | 4,5 | 2 | 6,5 *4 | 65 0 | 0,0 4 | | - | - | - | 0, 27 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 17. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0, 08 | - | - | - | |
| | 18. | 0,5 | 0, 5+ 1 | 2* 4 | 42 50 | 0,0 02 | | - | - | - | 0, 27 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |
| | 19. | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | 0, 08 | - | - | - | |
| | 20. | 4,5 | 1, 2 | 5,7 *4 | 36 0 | 0,0 6 | | - | - | - | 0, 27 | 0,0 7 | - | 0,2 3 | 0,0 8 | 0,3 7 | |

Расчёт штучно-калькуляционного времени

Таблица 17 – Нормы времени в целом на операцию – ПРОЕКТНЫЙ вариант

| № операции | Основное время на операцию, <i>t_o</i> , мин. | Вспомогательное время на операцию, <i>t_в</i> , мин. | Оперативное время, <i>t_{оп}</i> , мин. | Время на обслуживание, <i>t_{обс}</i> | | Время на отдых <i>t_{отд.л.}</i> | | Штучное время, <i>t_{шт}</i> , мин. | Подготовительно-заключительное время на партию, <i>T_{пз}</i> , мин | Величина партии, шт. | Штучно-калькуляционное время, <i>t_{шк}</i> , мин |
|--------------|---|--|---|---|-------|--|-------|---|---|----------------------|---|
| | | | | % | мин. | % | мин. | | | | |
| 005 уст.1 | 1,84 | 4,46 | 6,3 | 6 | 0,378 | 4 | 0,252 | 6,93 | 16 | 35 | 7,39 |
| 005 уст.2 | 3,874 | 16,43 | 20,304 | 6 | 1,218 | 4 | 0,812 | 22,33 | 16 | 35 | 22,79 |
| 005 уст.3 | 0,945 | 7,49 | 8,435 | 6 | 0,506 | 4 | 0,337 | 9,23 | 16 | 35 | 9,69 |
| 005 уст.4 | 0,576 | 5,32 | 5,896 | 6 | 0,354 | 4 | 0,236 | 6,49 | 16 | 35 | 6,95 |
| 010 | 0,38 | 3,18 | 3,56 | 6 | 0,214 | 4 | 0,142 | 3,916 | 16 | 35 | 4,373 |
| 015 | 0,346 | 5,17 | 5,516 | 6 | 0,331 | 4 | 0,221 | 6,414 | 16 | 35 | 6,871 |

4.Экономическая часть

В дипломном проекте оценивается эффективность предлагаемых мероприятий.

В наиболее общем виде эффект оценивается как разность между полученными результатами (Р) и затратами (З) на их получение:

$$\mathcal{E} = P - Z;$$

Эффективность оценивается как величина эффекта, получаемого с каждого рубля затрат:

$$\mathcal{E}_\phi = \frac{\mathcal{E}}{Z};$$

В практике проведения расчетов экономической эффективности выделяются два основных методических подхода: оценка эффективности капитальных вложений и новой техники (метод приведенных затрат) и оценка эффективности инвестиционных проектов (метод расчета внутренней экономической эффективности мероприятий). Для этих методик характерны различные условия проведения и исходные данные для расчетов, критерии и показатели эффективности.

Выбор методики расчета экономической эффективности мероприятий дипломного проекта определяется темой и содержанием технологической части работы, а также наличием необходимой исходной информации.

Данный проект заключается в выборе наиболее эффективного варианта технологии, поэтому используется первая из названных методик. Суть расчета – оценка сравнительной экономической эффективности двух вариантов.

Описание предмета экономического обоснования

Наименование детали – «Корпус», изготавливается из алюминиевого сплава (силумина) марки АК6, чистая масса составляет 0,9 кг, имеет следующие габариты: 226x284x25 мм.

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 49 |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | |

Основной функцией корпуса является защитная. Он предохраняет находящийся внутри механизмы от внешних воздействий, таких как удары, вибрации, попадание влаги. Также он выполняет несущую функцию, определяя взаимное расположение механизмов. Жёсткость и прочность корпусу обеспечивают перемишки и приливы.

Данный проект заключается в выборе наиболее эффективного варианта технологии, поэтому используется первая из названных методик. Суть расчета – оценка сравнительной экономической эффективности двух вариантов.

Предметом экономического обоснования является расчёт сравнительной экономической эффективности двух технологических процессов с целью выбора более прогрессивного варианта. Поэтому расчёт экономической эффективности проводится по следующей методике: оценка эффективности капитальных вложений и новой техники (метод приведенных затрат).

5.1. Анализ достоинств и недостатков базового варианта технологии

Недостатком базового варианта является то, что заготовкой является поковка. Для обработки внутренних поверхностей корпуса приходится переводить большой объем металла в стружку. Существенным недостатком данной детали является то, что она не имеет наружных чистовых баз, поэтому приходится создавать их искусственно, а затем удалять. Корпус обрабатывается с двух противоположных сторон, поэтому используется два комплекта баз (это тоже недостаток). Достоинством базового тех. процесса является то, что все крепёжные отверстия получаются по кондукторам без разметки и зацентровки.

Расчет экономической эффективности мероприятий проекта

Основные принципы проведения расчетов сравнительной экономической эффективности двух и более вариантов следующие:

- правильный выбор базы для сравнения;
- обеспечение сопоставимости вариантов;

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 50 |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | |

- одинаковый набор показателей, алгоритмов их расчета;

Проектируемый и базовый варианты должны быть сопоставимыми, т.е. удовлетворять следующим основным условиям:

1. одно и то же назначение и состав продукции;
2. одинаковый объем производимой продукции или выполняемых работ (годовой выпуск);
3. тождественность качества выпускаемой продукции (выполняемых работ);
4. одинаковые условия работы (сменность работы, безопасность труда);
5. сопоставимость по фактору времени (по времени осуществления затрат и получения эффекта).

Исходные данные, необходимые для выполнения экономического обоснования

1. Годовая программа выпуска продукции $N=3000$ шт.
2. Нормы времени по деталям операциям в проектом и базовом вариантах технологии.

Таблица 18 Исходный технологический процесс

| | № операции | Наименование операции | Модель оборудования | Штучно-калькуляционное время, $t_{шт.к.}$, мин. |
|-----------------|------------|-----------------------|---------------------|--|
| БАЗОВЫЙ вариант | 015 | Фрезерная | ФВ-32 | 5,05 |
| | 020 | Токарная | ТВ-21 | 2,67 |
| | 023 | Контрольная | - | 0,52 |
| | 026 | Токарная | ТВ-30 | 2,42 |
| | 027 | Фрезерная | ФВ-32 | 7,85 |
| | 028 | Сверлильная | СВ-2 | 0,86 |
| | 029 | Отрезная | FMB Olympus 1 | 1,18 |
| | 040 | Фрезерная | ФВ-32 | 4,38 |
| | 060 | Программная-ОЦ | ОЦ-05 | 15,45 |
| | 090 | Программная-ОЦ | ОЦ-05 | 14,32 |
| | 110 | Фрезерная | ФВ-32 | 3,02 |
| | 140 | Контрольная | - | 0,52 |
| | 170 | Фрезерная | ФВ-32 | 3,05 |
| | 200 | Программная-ОЦ | ОЦ-06 | 6,07 |
| | 230 | Программная-ОЦ | ОЦ-05 | 2,64 |
| | 243 | Контрольная | - | 0,51 |
| | 245 | Сверлильная | СВ-2 | 0,82 |

Продолжение таблица 18

| | № операции | Наименование операции | Модель оборудования | Штучно-калькуляционное время, <i>t_{шт.к.}</i> , мин. |
|-------------------|------------|-----------------------|---------------------|---|
| | 250 | Фрезерная | ФВ-32 | 0,69 |
| | 270 | Сверлильная | СВ-2 | 0,58 |
| | 310 | Контрольная | - | 0,51 |
| | Итого: | | | 73,91 |
| ПРОЕКТНЫЙ вариант | 005 | Комплексная | Haas TM-3P | 7,39 |
| | 005 | Комплексная | Haas TM-3P | 22,79 |
| | 005 | Комплексная | Haas TM-3P | 9,69 |
| | 005 | Комплексная | Haas TM-3P | 6,95 |
| | 010 | Комплексная | Haas TM-3P | 4,373 |
| | 015 | Комплексная | Haas EC-400 | 6,817 |
| | 020 | Контрольная | - | 1,85 |
| | Итого: | | | 59,86 |

3. Режим работы предприятия (цеха).

Режим – *односменный*; Продолжительность смены = 8 ч.

4. Остаточная стоимость оборудования в действующем производстве.

Таблица 19 Остаточной стоимости

| Тип | Модель | Балансовая стоимость, руб. | Мощность, N, кВт |
|-------------|-------------|----------------------------|------------------|
| Комплексная | Haas TM-3P | 3076 409 | 7,5 |
| Комплексная | Haas EC-400 | 3076 409 | 7,5 |

5. Часовые тарифные ставки, применяемые на предприятии.

Таблица 20 Тарифные ставки предприятия

| Разряд | Часовая тарифная ставка, руб./час |
|--------|-----------------------------------|
| 1 | 37,52 |
| 2 | 42,20 |
| 3 | 47,46 |
| 4 | 53,38 |
| 5 | 60,04 |
| 6 | 67,53 |
| 7 | 75,96 |

6. Нормы амортизационных отчислений.

Таблица 21 Нормы амортизационных отчислений

| Тип | Модель | Годовая норма амортизационных отчислений, На, % |
|-------------|-------------|---|
| Комплексная | Haas TM-3P | 9 |
| Комплексная | Haas EC-400 | 9 |

7. Нормативы отчислений на ремонт оборудования.

Процент отчислений в ремонтный фонд $K_p=2\%$.

8. Стоимость электроэнергии и применяемых видов топлива.

Стоимость 1 кВт-ч электроэнергии $C_3=2,7$ руб./кВт-ч.

9. Годовой фонд времени одного рабочего.

Номинальный фонд времени = 1986 ч.

Потери составляют 10% (с учётом отпусков), тогда:

Действительный фонд времени = **1790** ч.

10. Нормы обслуживания станков вспомогательными рабочими (наладчиками, электронщиками).

Таблица 22 Нормы обслуживания станков вспомогательными рабочими

| Нормы обслуживания станков вспомогательными рабочими | |
|---|----------------|
| наладчиками | электронщиками |
| 5 | 3 |

11. Коэффициент выполнения норм времени на операциях технологического процесса.

Таблица 23 Коэффициент выполнения норм времени

| Операции | Коэффициент выполнения норм времени, k_v |
|--------------|--|
| Фрезерование | 1,3 |
| Сверление | 1,4 |
| ЧПУ | 1,5 |
| Растачивание | 1,4 |

5.2. Расчет сравнительной экономической эффективности

В процессе сравнения вариантов используются следующие показатели

2. Себестоимость годового выпуска изделий C_1 и C_2 .

4. Условно-годовая экономия: $\mathcal{E}_y = C_1 - C_2$

Расчёт вспомогательных показателей

- *Потребность в оборудовании.*

Потребность в оборудовании рассчитывается по следующей формуле:

$$q_p = \frac{t_{шт.к} \cdot N}{F_0 \cdot k_6 \cdot k_3 \cdot 60},$$

где $t_{шт.к}$ – штучно-калькуляционное время операции, мин;

N – годовая программа выпуска детали-представителя, шт;

60 – перевод минут в часы;

F_0 – действительный фонд времени работы оборудования, ч; при 1-сменной – 1790 ч,

k_6 – коэффициент выполнения норм времени (принимается по данным предприятия);

k_3 – коэффициент загрузки оборудования (принимается по данным предприятия, и составляет $k_3 = 0,7 - 0,8$).

Количество оборудования рассчитывается по сравниваемым операциям базового и проектного варианта. В исходных данных вариантов должны использоваться одинаковый режим работы оборудования.

Принятое количество технологического оборудования, q_{np} , определяется путем округления полученного расчетного количества до ближайшего целого числа.

Если оборудование универсальное, то необходимо определить коэффициент занятости оборудования выполнением данной деталиеоперации:

$$\mu = \frac{q_p}{q_{np}}$$

Если оборудование специальное, то принимают $\mu = 1$.

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 54 |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | |

В данном проекте нет специального оборудования (под специальным оборудованием понимается то, которое спроектировано специально для обработки конкретной детали, например агрегатный станок).

| | | | | | | |
|------|------|--------------|----------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 55 |
| Изм. | Лист | № Документа_ | Подпись_ | Дата | | |

| | № операции | Наименование операции | Модель оборудования | Штучно- калькуля- ционное время, шт.к, мин. | Годовая програм- ма выпуска деталей, N, шт. | Действительн ый фонд времени работы обору- дования, Fд, ч | Коэффицие нт выполнени я норм времени, кв | Коэффицие нт загрузки оборудован ия, кз | Потребность в оборудовании, <i>q</i> | Коэффицие нт занятости оборудован ия, <i>μ</i> |
|----------------------|---------------|--------------------------|------------------------|--|--|--|--|--|---|--|
| | | | | | | | | | Расчётная | |
| БАЗОВЫЙ вариант | 015 | Фрезерная | ФВ-32 | 5,05 | 3000 | 1790 | 1,3 | 0,8 | 0,121 | 0,121 |
| | 020 | Токарная | ТВ-21 | 4,67 | 3000 | 1790 | 1,3 | 0,8 | 0,112 | 0,112 |
| | 023 | Контрольная | - | 0,52 | | | | | | |
| | 026 | Токарная | ТВ-21 | 4,42 | 3000 | 1790 | 1,3 | 0,8 | 0,106 | 0,106 |
| | 027 | Фрезерная | ФВ-32 | 7,85 | 3000 | 1790 | 1,3 | 0,8 | 0,188 | 0,188 |
| | 028 | Сверлильная | СВ-2 | 1,16 | 3000 | 1790 | 1,4 | 0,8 | 0,019 | 0,019 |
| | 029 | Отрезная | FMB Olympus 1 | 1,18 | 3000 | 1790 | 1,3 | 0,8 | 0,028 | 0,028 |
| | 040 | Фрезерная | ФВ-32 | 4,38 | 3000 | 1790 | 1,3 | 0,8 | 0,105 | 0,105 |
| | 060 | Программная-ОЦ | ОЦ-05 | 15,45 | 3000 | 1790 | 1,5 | 0,8 | 0,321 | 0,321 |
| | 090 | Программная-ОЦ | ОЦ-05 | 14,32 | 3000 | 1790 | 1,5 | 0,8 | 0,297 | 0,297 |
| | 110 | Фрезерная | ФВ-32 | 3,02 | 3000 | 1790 | 1,3 | 0,8 | 0,073 | 0,073 |
| | 140 | Контрольная | - | 0,52 | | | | | | |
| | 170 | Фрезерная | ФВ-32 | 3,05 | 3000 | 1790 | 1,3 | 0,8 | 0,073 | 0,073 |
| | 200 | Программная-ОЦ | ОЦ-06 | 6,07 | 3000 | 1790 | 1,5 | 0,8 | 0,126 | 0,126 |
| | 230 | Программная-ОЦ | ОЦ-05 | 2,64 | 3000 | 1790 | 1,5 | 0,8 | 0,055 | 0,055 |
| | 243 | Контрольная | - | 0,51 | | | | | | |
| | 245 | Сверлильная | СВ-2 | 1,12 | 3000 | 1790 | 1,4 | 0,8 | 0,018 | 0,018 |
| | 250 | Фрезерная | ФВ-32 | 0,69 | 3000 | 1790 | 1,3 | 0,8 | 0,017 | 0,017 |
| | 270 | Сверлильная | СВ-2 | 0,58 | 3000 | 1790 | 1,4 | 0,8 | 0,013 | 0,013 |
| | 310 | Контрольная | - | 0,51 | | | | | | |
| ПРОЕКТНЫЙ вариант | 005 | Комплексная | Haas TM-3P | 7,39 | 3000 | 1790 | 1,5 | 0,8 | 0,153 | 0,153 |
| | 005 | Комплексная | Haas TM-3P | 22,79 | 3000 | 1790 | 1,5 | 0,8 | 0,473 | 0,473 |
| | 005 | Комплексная | Haas TM-3P | 9,69 | 3000 | 1790 | 1,5 | 0,8 | 0,201 | 0,201 |
| | 005 | Комплексная | Haas TM-3P | 6,95 | 3000 | 1790 | 1,5 | 0,8 | 0,144 | 0,144 |
| | 010 | Комплексная | Haas TM-3P | 4,373 | 3000 | 1790 | 1,5 | 0,8 | 0,104 | 0,104 |
| | 015 | Комплексная | Haas EC-400 | 6,817 | 3000 | 1790 | 1,5 | 0,8 | 0,142 | 0,142 |
| | 020 | Контрольная | - | | | | | | | |

Таблица 24 - Потребность в оборудовании (по операциям)

Таблица 25 - Потребность в оборудовании (по моделям)

| | Технологическое оборудование (станок) | | | | Годовая программа выпуска деталей, N, шт. | Действительный фонд времени работы оборудования, Fд, ч | Коэффициент выполнения норм времени, кв | Коэффициент загрузки оборудования, кз | Потребность в оборудовании, q | | Коэффициент занятости оборудования (средний), <i>μ</i> _{ср} |
|-------------------|---------------------------------------|---------------|------------------------------|--|---|--|---|---------------------------------------|-------------------------------|----------|--|
| | Тип | Модель | Выполняемые операции | Суммарное штучно-калькуляционное время, шт.к. мин. | | | | | Расчётная | Принятая | |
| БАЗОВЫЙ вариант | Вертикально-фрезерные | ФВ-32 | 015, 027, 040, 110, 170, 250 | 24,04 | 3000 | 1790 | 1,3 | 0,8 | 0,577 | <i>1</i> | <i>0,577</i> |
| | Токарно-винторезные | ТВ-21 | 020, 026 | 9,09 | 3000 | 1790 | 1,3 | 0,8 | 0,218 | <i>1</i> | <i>0,218</i> |
| | Вертикально-сверлильные | СВ-2 | 028, 245 270 | 2,86 | 3000 | 1790 | 1,4 | 0,8 | 0,069 | <i>1</i> | <i>0,069</i> |
| | Отрезные | FMB Olympus 1 | 029 | 1,18 | 3000 | 1790 | 1,3 | 0,8 | 0,028 | <i>1</i> | <i>0,028</i> |
| | Обрабатывающий центр | ОЦ-05 | 060, 090, 230 | 32,41 | 3000 | 1790 | 1,5 | 0,8 | 0,673 | <i>1</i> | <i>0,673</i> |
| | Обрабатывающий центр | ОЦ-06 | 200 | 6,07 | 3000 | 1790 | 1,5 | 0,8 | 0,126 | <i>1</i> | <i>0,126</i> |
| | Итого: | | | 73,91 | | | | | | | |
| ПРОЕКТНЫЙ вариант | Обрабатывающий центр | HAAS TM-3P | 005 | 46,82 | 3000 | 1790 | 1,5 | 0,8 | 0,97 | <i>1</i> | <i>0,97</i> |
| | Вертикально-фрезерный | Haas TM-3P | 010 | 4,373 | 3000 | 1790 | 1,3 | 0,8 | 0,104 | <i>1</i> | <i>0,104</i> |
| | Обрабатывающий центр | HAAS EC-400 | 015 | 6,817 | 3000 | 1790 | 1,5 | 0,8 | 0,142 | <i>1</i> | <i>0,142</i> |

| | | | | | | | | | | | |
|--|--------|--|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|
| | Итого: | | | 59,86 | | | | | | | |
|--|--------|--|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|

- Численность рабочих.

Численность рабочих рассчитывается по всем категориям: производственные рабочие (станочники, операторы), наладчики, электронщики, транспортные рабочие, контролеры.

Численность станочников (операторов) рассчитывается по следующей формуле:

$$Ч_{ст} = \frac{t_{шт.к} \cdot N}{\Phi_p \cdot 60},$$

где Φ_p – годовой фонд времени одного рабочего, ч (принимается по данным предприятия);

Численность наладчиков, электронщиков рассчитывается по следующей формуле:

$$Ч_{н(э)} = \frac{q_p \cdot n}{H_{он(э)}},$$

где n – число смен работы оборудования;

$H_{он(э)}$ – число станков (станков с ЧПУ), обслуживаемых одним наладчиком (электронщиком), ед.(принимается по данным предприятия).

Численность контролеров и транспортных рабочих рассчитывается в процентах от числа производственных рабочих (станочников, операторов). Численность контролеров – 3-5%, численность транспортных рабочих - 3-5%.

Общая численность рабочих составит:

$$Ч = Ч_{ст} + Ч_{н} + Ч_{э} + Ч_{к} + Ч_{тр}$$

Таблица 26 - Общая численность рабочих

| | № операции | Штучно-калькуляционное время, шт.к, мин. | Годовая программа выпуска деталей, N, шт. | Годовой фонд времени одного рабочего, ч | Численность станочников | Расчётная потребность в оборудовании, <i>qp</i> | Число смен работы оборудования, <i>n</i> | Нормы обслуживания станков | | Численность наладчиков, чел | Численность электронщиков, чел. | Численность контролеров, чел. | | Численность транспортных рабочих, чел. | | Общая численность рабочих, чел. |
|-------------------|------------------------------|--|---|---|-------------------------|---|--|----------------------------|----------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------|--|--------------|---------------------------------|
| | | | | | | | | наладчикам и | электронщиками | | | % | чел | % | чел | |
| БАЗОВЫЙ вариант | 015, 027, 040, 110, 170, 250 | 24,04 | 3000 | 1790 | 0,672 | 0,577 | 1 | 5 | 3 | 0,134 | 0,224 | 3 | 0,020 | 4 | 0,027 | 1,077 |
| | 020, 026 | 9,09 | 3000 | 1790 | 0,254 | 0,218 | 1 | 5 | 3 | 0,051 | 0,085 | 3 | 0,008 | 4 | 0,010 | 0,408 |
| | 028, 245, 270 | 2,86 | 3000 | 1790 | 0,080 | 0,069 | 1 | 5 | 3 | 0,016 | 0,027 | 3 | 0,002 | 4 | 0,003 | 0,128 |
| | 029 | 1,18 | 3000 | 1790 | 0,033 | 0,028 | 1 | 5 | 3 | 0,002 | 0,011 | 3 | 0,001 | 4 | 0,001 | 0,048 |
| | 060, 090, 230 | 32,41 | 3000 | 1790 | 0,905 | 0,673 | 1 | 5 | 3 | 0,045 | 0,302 | 3 | 0,027 | 4 | 0,036 | 1,013 |
| | 200 | 6,07 | 3000 | 1790 | 0,169 | 0,126 | 1 | 5 | 3 | 0,008 | 0,056 | 3 | 0,005 | 4 | 0,007 | 0,245 |
| | Итого: | | | | 1,984 | 1,335 | | | | 0,256 | 0,705 | | 0,063 | | 0,084 | 2,919 |
| ПРОЕКТНЫЙ вариант | 005, 010, 015, 020 | 46,82 | 3000 | 1790 | 1,308 | 0,97 | 1 | 5 | 3 | 0,194 | 0,032 | 3 | 0,039 | 4 | 0,052 | 1,625 |
| | 025 | 4,373 | 3000 | 1790 | 0,122 | 0,104 | 1 | 5 | 3 | 0,021 | 0,035 | 3 | 0,004 | 4 | 0,004 | 0,935 |
| | 030 | 6,817 | 3000 | 1790 | 0,190 | 0,142 | 1 | 5 | 3 | 0,028 | 0,063 | 3 | 0,006 | 4 | 0,006 | 0,293 |
| | Итого: | | | | 1,620 | 1,088 | | | | 0,243 | 0,396 | | 0,049 | | 0,062 | 2,835 |

Определение себестоимости годового объема производства

Себестоимость годового объема производства (текущие затраты) определяется по вариантам только по тем статьям затрат, которые изменяются в сравниваемых вариантах, т.е. рассчитывается технологическая себестоимость.

В общем случае технологическая себестоимость складывается из суммы следующих элементов:

$$C = Z_m + Z_э + Z_{зн} + Z_{об} + Z_{осн} + Z_u,$$

где Z_m – затраты на все виды материалов, комплектующих и полуфабрикатов;

$Z_э$ – затраты на технологическую электроэнергию (топливо);

$Z_{зн}$ – затраты на заработную плату;

$Z_{об}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования;

$Z_{осн}$ – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки;

Z_u – затраты на малоценный инструмент.

В данном случае изменяются только следующие статьи затрат:

$Z_э$ – затраты на технологическую электроэнергию;

$Z_{зн}$ – затраты на заработную плату;

$Z_{об}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования;

Z_u – затраты на малоценный инструмент.

Так как расчет производится по операциям, то целесообразно сначала рассчитать технологическую себестоимость единицы, а затем годовой программы.

Формулы расчета приводятся для операций. При определении величины отдельных статей затрат в целом по варианту затраты по рассматриваемым деталям операциям суммируются.

Затраты на заработную плату

$$Z_{зн} = Z_{ст} + Z_n + Z_э + Z_k + Z_{тр},$$

где $Z_{ст}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование станочников, руб.;

Z_n – то же, наладчиков, руб.;

$З_э$ – то же, электронщиков, руб.;

$З_к$ – то же, контролеров, руб.;

$З_{тр}$ – то же, транспортных рабочих, руб.

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование, руб. при применении сдельной формы оплаты труда:

$$З_{ст} = C_{тар} \cdot t_{шт.к} \cdot k_{доп} \cdot k_{соц} \cdot k_n,$$

где $C_{тар}$ – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, руб.;

$t_{шт.к}$ – норма времени на операцию, ч (для перевода минут в часы - разделить на 60);

$k_{доп}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату (по данным предприятия, приближенно $k_{доп} = 1,2$);

$k_{соц}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальное страхование ($k_{соц} = 30\%$);

k_n – поясной коэффициент (для Урала $k_n = 1,15$);

Таблица 27 - Затраты на заработную плату на изготовление 1-й детали

| | Разряд работ | Часовая тарифная ставка, руб./час | Выполняемые операции | Суммарное штучно-калькуляционное время, шт.к, мин. | Коэффициент на дополнительную заработную плату, кдоп. коэффициент, | учитывающий отчисления на социальное | Поясной коэффициент, кп | Заработная плата станочников, Зст, руб. | Годовой фонд времени одного рабочего, ч | Годовая программа выпуска деталей, N, шт. | Численность наладчиков, чел. | Заработная плата наладчиков, Зн, руб. | Численность электронщиков, чел. | Заработная плата электронщиков, Зе, руб. | Численность контролеров, чел. | Заработная плата контролёров, Зк, руб. | Численность транспортных рабочих, чел. | Заработная плата транспортных рабочих, Зтр, руб. | Общие затраты на заработную плату, руб. |
|-------------------|--------------|-----------------------------------|------------------------------|--|--|--------------------------------------|-------------------------|---|---|---|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|--|-------------------------------|--|--|--|---|
| БАЗОВЫЙ вариант | 1 | 53,38 | 015, 027, 040, 110, 170, 250 | 24,04 | 1,2 | 1,262 | 1,15 | 234,87 | 1790 | 3000 | 0,134 | 7,43 | 0,224 | 12,43 | 0,020 | 1,11 | 0,027 | 1,50 | 257,34 |
| | 2 | 53,38 | 020, 026 | 9,09 | 1,2 | 1,262 | 1,15 | 45,05 | 1790 | 3000 | 0,051 | 2,83 | 0,085 | 4,71 | 0,008 | 0,44 | 0,010 | 0,55 | 53,58 |
| | 3 | 53,38 | 028, 245, 270 | 2,86 | 1,2 | 1,262 | 1,15 | 45,88 | 1790 | 3000 | 0,016 | 0,89 | 0,027 | 1,50 | 0,002 | 0,11 | 0,003 | 0,17 | 48,55 |
| | 4 | 47,46 | 029 | 1,18 | 1,2 | 1,262 | 1,15 | 67,53 | 1790 | 3000 | 0,002 | 0,07 | 0,011 | 0,54 | 0,001 | 0,05 | 0,001 | 0,05 | 68,24 |
| | 5 | 47,46 | 060, 090, 230 | 32,41 | 1,2 | 1,262 | 1,15 | 68,63 | 1790 | 3000 | 0,045 | 2,22 | 0,302 | 14,89 | 0,027 | 1,33 | 0,036 | 1,78 | 68,85 |
| | 6 | 47,46 | 200 | 6,07 | 1,2 | 1,262 | 1,15 | 51,72 | 1790 | 3000 | 0,008 | 0,40 | 0,056 | 2,76 | 0,005 | 0,25 | 0,007 | 0,31 | 55,44 |
| | Итого: | | | | | | | 489,75 | | | | 13,84 | | 36,83 | | 3,29 | | 4,36 | 548,07 |
| ПРОЕКТНЫЙ вариант | 1 | 47,46 | 005, 010, 015, 020 | 46,82 | 1,2 | 1,262 | 1,15 | 269,88 | 1790 | 3000 | 0,194 | 9,57 | 0,032 | 1,58 | 0,039 | 1,92 | 0,052 | 2,56 | 285,51 |
| | 2 | 53,38 | 025 | 4,373 | 1,2 | 1,262 | 1,15 | 46,53 | 1790 | 3000 | 0,021 | 1,55 | 0,035 | 2,16 | 0,004 | 0,22 | 0,004 | 0,22 | 40,68 |
| | 3 | 47,46 | 030 | 6,817 | 1,2 | 1,262 | 1,15 | 63,46 | 1790 | 3000 | 0,028 | 1,38 | 0,063 | 3,11 | 0,006 | 0,30 | 0,006 | 0,30 | 68,55 |
| | Итого: | | | | | | | 360,32 | | | | 12,50 | | 6,85 | | 2,44 | | 3,08 | 385,19 |

Основная и дополнительная заработная плата всех остальных рабочих (наладчиков, электронщиков, транспортных рабочих) находится по следующей формуле:

$$Z_n = \frac{C_{\text{тар.н}} \cdot \Phi_p \cdot \chi_n \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{соц}} \cdot k_n}{N_{\text{нпр}}},$$

где $C_{\text{тар.н}}$ – часовая тарифная ставка, руб.

χ_n – численность рабочих соответствующей категории, чел.

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываются по следующей формуле:

$$Z_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{\text{вр}} \cdot k_{\text{од}} \cdot k_W \cdot t_{\text{шт.к}}}{\eta \cdot k_B} \cdot C_э$$

где N_y – установленная мощность главного электродвигателя, кВт;

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности;

$k_{\text{вр}}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени;

$k_{\text{од}}$ – средний коэффициент одновременности работы всех электродвигателей станка ($k_{\text{од}} = 0,6 - 1,3$);

k_W – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода (1,04 – в условиях массового производства; 1,08 – единичного или мелкосерийного);

η – коэффициент полезного действия оборудования (принимается по паспорту оборудования);

$C_э$ – стоимость 1 кВт-ч электроэнергии (принимается по данным предприятия).

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

$$З_{об} = З_a + З_p,$$

где $З_a$ – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, руб.;

$З_p$ – затраты на ремонт технологического оборудования, руб.;

$$З_a = \frac{Ц_{м.о} \cdot H_a \cdot t_{ум.к}}{F_o \cdot k_3 \cdot k_6 \cdot 100},$$

где H_a – годовая норма амортизационных отчислений, % (принимается по данным предприятия);

Затраты на ремонт технологического оборудования, приходящиеся на одну дета­леоперацию:

$$З_p = \frac{Ц_{м.о} \cdot K_p \cdot q_p}{N_{зпр} \cdot 100}.$$

где K_p – коэффициент отчислений в ремонтный фонд (по данным предприятия).

Затраты на малоценный инструмент.

Затраты на инструмент на основании [54] определяются как суммарная стоимость инструмента, приходящаяся на одну деталь.

Таблица 29 - Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

| | № операции и | Наименование операции | Модель оборудования | Остаточная стоимость, руб. | Годовая норма амортизационных отчислений, На, % | Штучно-калькуляционное время, тшт.к, мин. | Действительный фонд времени работы оборуду-дования, Фд, ч | Коэффициент загрузки оборудования, кз | Коэффициент выполнения норм времени, кв | Отчисления от стоимости технологического оборудования, За, руб. | Коэффициент отчислений в ремонтный фонд, Кр | Расчётная потребность в оборудовании, qr | Годовая программа выпуска деталей, N | Затраты на ремонт технологического оборудования, Зр, руб. |
|-------------------|--------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|---|---|---|---------------------------------------|---|---|---|--|--------------------------------------|---|
| БАЗОВЫЙ вариант | 015, 027, 040, 119 | Комплексная | ФВ-32 | 35 270 | 6,5 | 24,04 | 1790 | 0,8 | 1,3 | 76,40 | 2 | 1,7 | 30 00 | 7,40 |
| | 020, 026 | Токарно- | ТВ-21 | 37 224 | 6,5 | 9,09 | 1790 | 0,8 | 1,3 | 10,54 | 2 | 1,7 | 30 | 7,42 |
| | 028, 245, 270 | Вертикально-сверлильная | СВ-2 | 7 119 | 6,5 | 2,86 | 1790 | 0,8 | 1,4 | 7,63 | 2 | 1,7 | 30 00 | 7,08 |
| | 029 | Отрезная | FMB | 35 270 | 6,5 | 1,18 | 1790 | 0,8 | 1,3 | 8,30 | 2 | 1,7 | 30 | 7,40 |
| | 060, 090, 230 | Программная-ОЦ | ОЦ-05 | 343 233 | 9 | 32,41 | 1790 | 0,8 | 1,5 | 115,70 | 2 | 1,7 | 30 00 | 23,8 9 |
| | 200 | Программная- | ОЦ-06 | 345 | 9 | 6,07 | 1790 | 0,8 | 1,5 | 78,39 | 2 | 1,7 | 30 | 23,9 |
| | Итого: | | | | | | | | | 296,96 | | | | 77,1 |
| ПРОЕКТНЫЙ вариант | 005 | Комплексная | HAAS TM-3P | 376 409 | 9 | 46,82 | 1790 | 0,8 | 1,5 | 158,57 | 2 | 1,7 | 30 00 | 34,2 7 |
| | 010 | Комплексная | Haas | 35 270 | 6,5 | 4,373 | 1790 | 0,8 | 1,3 | 14,80 | 2 | 1,7 | 30 | 7,40 |
| | 015 | Комплексная | HAAS | 376 | 9 | 6,817 | 1790 | 0,8 | 1,5 | 95,89 | 2 | 1,7 | 30 | 24,2 |
| | Итого: | | | | | | | | | 269,17 | | | | 65,9 |

Таблица 30 - Затраты на инструмент

| | Режущий инструмент | | | | Вспомогательный инструмент | | | | Суммарн ые затраты на инструме нт, руб. |
|-----------------|---|----------------------------------|--|--|---|----------------------------------|--|--|--|
| | Наименование | Цена за штук у, руб. | Количество инструмента, приходящееся на одну деталь | Стоимость инструмента, приходящаяся на одну деталь, руб. | Наименование | Цена за штук у, руб. | Количество инструмента, приходящееся на одну деталь | Стоимость инструмента, приходящаяся на одну деталь, руб. | |
| БАЗОВЫЙ вариант | Резец подрезной | 100 | 0,0316 | 3,16 | | | | | 3,16 |
| | Резец проходной | 100 | 0,0316 | 3,16 | | | | | 3,16 |
| | Резец радиусный R15 | 100 | 0,0316 | 3,16 | | | | | 3,16 |
| | Сверло центровочное | 50 | 0,0003 | 0,02 | | | | | 0,02 |
| | Сверло 2300-0836 ГОСТ 19543-74 | 50 | 0,0395 | 1,98 | Втулка переходная 50-3 ОСТ 2П12-7-84 | 1500 | 0,0003 | 0,50 | 2,48 |
| | Метчик 2621-2481 ГОСТ 3266-81 | 70 | 0,0015 | 0,10 | | | | | 0,10 |
| | Пила ленточная Vikus | 174 | 0,0005 | 0,09 | | | | | 0,09 |
| | Фреза концевая 2223-0296 ГОСТ 17026-71 | 400 | 0,0306 | 12,23 | | | | | 12,23 |
| | Сверло 2300-0851 ГОСТ 19543-74 | 60 | 0,0075 | 0,45 | Оправка 6222-0136 ГОСТ 26538-85 | 1800 | 0,0003 | 0,60 | 1,05 |
| | Фреза торцовая 035-2214-0333 ТУ 2.035.0224638.1155-80 | 800 | 0,0067 | 5,34 | Оправка расточная 6300-0739 ГОСТ 21223-75 | 1200 | 0,0003 | 0,40 | 5,74 |
| | Фреза торцовая 2210-0064 ГОСТ 9304-69. | 500 | 0,0016 | 0,81 | Патрон резьбонарезной В231.1.2.060.12 | 1350 | 0,0003 | 0,45 | 1,26 |
| | Фреза концевая 2223-0147 ГОСТ 17026-71 | 300 | 0,0768 | 23,05 | Оправка 6225-0143 ГОСТ 15067-75 | 1700 | 0,0003 | 0,57 | 23,62 |
| | Метчик 2621-2433 ГОСТ 3266-81 | 70 | 0,0075 | 0,53 | Патрон сверлильный В316.1.2.090.10 | 1000 | 0,0003 | 0,33 | 0,88 |
| | Метчик 2621-2435 ГОСТ 3266-81 | 70 | 0,0088 | 0,61 | | | | | 0,61 |
| | Итого: | | | 55,44 | | | | 2,85 | 58,29 |

Продолжение таблица 30

| | Режущий инструмент | | | | Вспомогательный инструмент | | | | Суммарные затраты на инструмент, руб. |
|-------------------|---|---------------------|---|--|---|---------------------|---|--|---------------------------------------|
| | Наименование | Цена за штуку, руб. | Количество инструмента, приходящееся на одну деталь | Стоимость инструмента, приходящаяся на одну деталь, руб. | Наименование | Цена за штуку, руб. | Количество инструмента, приходящееся на одну деталь | Стоимость инструмента, приходящаяся на одну деталь, руб. | |
| ПРОЕКТНЫЙ вариант | Фреза торцовая 2214-0462 Р6М5 ГОСТ 26595-85 | 500 | 0,0016 | 0,81 | Оправка 6222-0057 ГОСТ 13786-68 | 1800 | 0,0003 | 0,060 | 0,871 |
| | Сверло 2301-3563 ГОСТ 10903-77 | 60 | 0,0075 | 0,45 | Втулка переходная 6103-0001 ГОСТ 13790-68 | 1560 | 0,0003 | 0,52 | 0,97 |
| | Зенкер 2320-2551 ГОСТ 12489-71 | 200 | 0,0038 | 0,76 | Патрон М5-М12-2 ГОСТ 8255-85 | 1350 | 0,0003 | 0,45 | 1,21 |
| | Развертка 2363-0072 ГОСТ 1672-80 | 300 | 0,0035 | 1,05 | Патрон 2-40-2-90 ГОСТ 26539-85 | 1000 | 0,0003 | 0,33 | 1,38 |
| | Фреза 2220-0007 Р6М5 ГОСТ 17025-71 | 500 | 0,0016 | 0,81 | Оправка расточная 6300-4012 | 1500 | 0,0003 | 0,50 | 1,31 |
| | Сверло 2230-7531 Р6М5 ГОСТ 10902-77 | 60 | 0,0075 | 0,45 | Патрон М12-М30-3 ГОСТ 8255-85 | 1350 | 0,0003 | 0,45 | 0,90 |
| | Сверло 2230-7535 Р6М5 ГОСТ 10902-77 | 60 | 0,0075 | 0,45 | Патрон 10-40-2-90 ГОСТ 26539-85 | 1000 | 0,0003 | 0,33 | 0,78 |
| | Сверло 2301-3612 Р6М5 ГОСТ 10903-77 | 60 | 0,0075 | 0,45 | | | | | 0,45 |
| | Сверло 2200-6185 Р6М5 ГОСТ 10902-77 | 60 | 0,0075 | 0,45 | | | | | 0,45 |
| | Зенковка 2353-0111 ГОСТ 14953-80 | 100 | 0,0035 | 0,35 | | | | | 0,35 |
| | Метчик М6х0,5 2621-1137 ГОСТ 3266-81 | 70 | 0,0015 | 0,10 | | | | | 0,10 |
| | Сверло 2300-0148 Р6М5 ГОСТ 10902-77 | 60 | 0,0075 | 0,45 | | | | | 0,45 |

Окончание таблица 30

| Режущий инструмент | | | | Вспомогательный инструмент | | | | Суммар- ные затраты на инстру- мент, руб. |
|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------|---|
| Наименование | Цен а за шту ку, руб. | Наим енова ние | Цена за штуку, руб. | Наименование | Цен а за шту ку, руб. | Наи мено вани е | Цена за штуку, руб. | |
| Сверло 2300-7525 Р6М5 ГОСТ 10902-77 | 60 | 0,007 5 | 0,45 | | | | | 0,45 |
| Сверло 2300-6173 Р6М5 ГОСТ 10902-77 | 60 | 0,007 5 | 0,45 | | | | | 0,45 |
| Блок расточной 2192-4010 | 1000 | 0,000 3 | 0,33 | | | | | 0,33 |
| Блок расточной 2192-4012 | 1000 | 0,000 3 | 0,33 | | | | | 0,33 |
| Метчик 2621-1705 М20х1 ГОСТ 3266-81 | 70 | 0,001 5 | 0,10 | | | | | 0,10 |
| Метчик 2620-1061 М3 ГОСТ 3266-81 | 70 | 0,001 5 | 0,10 | | | | | 0,10 |
| Метчик 2620-1091 М4 ГОСТ 3266-81 | 70 | 0,001 5 | 0,10 | | | | | 0,10 |
| Метчик 2621-1155 М6 ГОСТ 3266-81 | 70 | 0,001 5 | 0,10 | | | | | 0,10 |
| Фреза 2220-0073 Р6М5 ГОСТ 17025-20 | 500 | 0,001 6 | 0,81 | | | | | 0,81 |
| Сверло 2300-0135 Р6М5 ГОСТ 10902-77 | 60 | 0,007 5 | 0,45 | | | | | 0,45 |
| Метчик 2620-1013 М2 ГОСТ 3266-81 | 70 | 0,001 5 | 0,10 | | | | | 0,10 |
| Итого: | | | 9,9 | | | | 2,64 | 12,54 |

Расчеты технологической себестоимости сводятся в таблицу:

Таблица 31 - Технологическая себестоимость детали

| Статьи затрат | На одну деталь | | Годовая программа а выпуска деталей, N, шт. | На годовую программу | |
|---|-----------------|-------------------|---|----------------------|-------------------|
| | Базовый вариант | Проектный вариант | | Базовый вариант | Проектный вариант |
| Общие затраты на заработную плату, руб. | 548,07 | 385,19 | 3000 | 1 644 210 | 1 155 570 |
| Затраты на электроэнергию, руб. | 445,81 | 389,34 | 3000 | 1 337 430 | 1 168 020 |
| Амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, За, руб. | 296,96 | 269,17 | 3000 | 890 880 | 807 510 |
| Затраты на ремонт технологического оборудования, Зр, руб. | 77,11 | 65,94 | 3000 | 231 330 | 197 820 |
| Затраты на инструмент, руб. | 58,29 | 12,54 | 3000 | 174 870 | 37 620 |
| Затраты на материалы, руб. | 194,85 | 51,75 | 3000 | 584 550 | 155 250 |
| Итого суммарные затраты, руб. | 1621,09 | 1173,93 | - | 4 863 270 | 3 521 790 |
| Условная экономия, Эу, руб. | 447,16 | | - | 1 341 480 | |

5.3. Обобщение результатов экономического обоснования

Результаты расчетов сводятся в таблицу:

Таблица 32 - Эффективность мероприятий проекта

| Тип | Показатели | Ед. изм. | Значение показателей | | Изменение показателей |
|---|---|----------|----------------------|-------------------|-----------------------|
| | | | Базовый вариант | Проектный вариант | |
| Исходные данные | Годовой выпуск продукции | шт. | 3000 | 3000 | 0 |
| | Трудоёмкость годового объёма выпуска | н-ч | 3155,5 | 2954,5 | -201 |
| | Стоимость одной заготовки | руб. | 194,85 | 51,75 | -143,1 |
| Затраты на производство годового объема | Затраты на материал | тыс. р. | 584,55 | 155,25 | -429,3 |
| | Общие затраты на заработную плату | тыс. р. | 16442,102 | 11555,702 | -4886,4 |
| | Затраты на электроэнергию | тыс. р. | 1337,43 | 1168,02 | -169,41 |
| | Амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования | тыс. р. | 890,88 | 807,51 | -83,37 |
| | Затраты на ремонт технологического оборудования | тыс. р. | 231,33 | 197,82 | -33,51 |
| Результат | Рост производительности труда | % | 73,91 | 59,86 | -12,3 |
| | Технологическая себестоимость годового объема выпуска | тыс. р. | 22836,642 | 16880,552 | -5956,09 |

Примечание:

"+" или без указания знака - перерасход или превышение затрат (показателей) в проектном варианте по сравнению с базовым.

"-" экономия или снижение затрат (показателей) в проектном варианте по сравнению с базовым.

Вывод:

проектируемый техпроцесс обработки детали выгоден и экономически эффективен.

5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Таблица 33 Переподготовка специалистов

| Базовый вариант(станочник) | Усовершенствованный с ЧПУ |
|----------------------------|--|
| Шлифовщик 4-й разряд | Оператор станка с программным управлением 4-й разряд |
| Токарь 4-й разряд | |
| Фрезеровщик 4-й разряд | |

Данную методическую разработку рекомендуется использовать в образовательных учреждениях НПО, СПО, а также в образовательных центрах предприятий для учащихся, обучающихся по специальности оператор станков с ЧПУ.

Цель методической разработки - систематизация профессиональных знаний и умений; применение системы методических знаний при решении методических проблем; познакомить с системой изложения учебного материала, показать, где и каким образом можно применять на уроке разработанные слайды.

Объект разработки - электронная презентация для теоретической части учебного материала. Эти знания необходимы учащимся при изучении курса "Специальная технология".

5.1 Анализ учебной программы

Название профессии - Оператор станков с программным управлением

Квалификация - 4-й разряд

Срок обучения – 4 месяца

Дисциплина – Спецтехнология

Тематический план специальной технологии
для повышения квалификации рабочих на 4-й разряд

Таблица 34 План технологии повышения квалификации на 4-й разряд

| № | Темы | Кол-во часов |
|---|---|--------------|
| 1 | Введение | 2 |
| 2 | Гигиена труда, производственная санитария и профилактика травматизма | 2 |
| 3 | Охрана труда, электробезопасность и пожарная безопасность на предприятии | 4 |
| 4 | Станки с программным управлением, их обслуживание | 24 |
| 5 | Методы подготовки управляющих программ. Основные блоки и узлы УЧПУ. | 6 |
| 6 | Технологическая подготовка и процесс обработки заготовок деталей на станках с ЧПУ | 14 |
| 7 | Наладка и эксплуатация станков с ЧПУ | 12 |
| 8 | Подъемно-транспортное оборудование, применяемое при обработке тяжелых заготовок деталей | 4 |
| 9 | Охрана окружающей среды | 2 |
| | ИТОГО | 66 |

Выберем тему программы: Станки с программным управлением, их обслуживание

По тематическому плану на тему программы отводится 24 часа.

Тема программы включает в себя:

Общие сведения о программном управлении, системах числового программного управления (ЧПУ) и элементах программного управления. Значение автоматизации производственного оборудования с применением вычислительной техники. Носители программ. Способы задания программ. Сущность числового программного управления.

Технологические возможности токарных многоцелевых станков. Назначение, классификация и применение станков с программным управлением. Основные узлы и системы станков. Электромеханические, пневмо- и

гидромеханические приводы, конструктивные особенности узлов станка с ЧПУ, система смазки; электрооборудование.

Устройства программного управления; модели, модификации, технические характеристики. Позиционные, контурные и комбинированные системы управления. Классификация систем по технологическому циклу.

Назначение, типы и применение КИП и автоматики; контролируемые параметры.

Конструктивные особенности станков с программным управлением, устройство вывода на "0". Автоматизация формообразующих движений, многоинструментность обработки, автоматизация вспомогательных команд, коррекция положения. Компонировка станка.

Устройство программного управления. Наладочные и оперативные пульта управления станком. Правила установки программносителя. Способы возврата программносителя к первому кадру. Работа в различных режимах: в автоматическом, с покадровой выдачей, с остановом, в ручном.

Приспособления установки для закрепления детали. Инструментальные блоки приспособления для настройки их на размер.

Основные требования по обслуживанию токарных станков с программным управлением. Требования к технологическим процессам обработки деталей на токарных станках с программным управлением. Примеры обработки детали по программе.

Сведения об организации эксплуатации станков с программным управлением. Порядок разработки технологического процесса обработки деталей. Универсальные, универсально-сборные и специальные приспособления к станкам, приспособления-спутники. Типы и выбор инструмента. Режимы резания.

Состав комплексных участков из станков с программным управлением и его обслуживание. Специальные транспортные устройства для доставки на

рабочее место заготовок, инструмента, оснастки, технической документации, программоносителей и их возвращение на склад.

Транспортеры для механизированной уборки стружки. Централизованная подача на рабочее место масел и смазочно-охлаждающей жидкости.

Методы контроля обработанных деталей и текущий счет количества сделанной продукции.

Техническая документация для наладки станка. Последовательность наладки станков с программным управлением; ее назначение и основные этапы.

Точность обработки на станках с программным управлением. Особенности управления процессом обработки на станках, исходя из требований точности.

Сведения о подготовке управляющих программ для станков с программным управлением.

Ручное программирование. Основные этапы подготовки управляющих программ при ручном программировании.

Машинное программирование. Система подготовки программы: ее состав, структура. Язык ввода данных. Основные системы подготовки управляющих программ, применяемых в отечественной промышленности: основные правила программирования на этих системах.

Оперативные системы программного управления токарных и фрезерных станков. Обработка технологического процесса. Порядок ввода данных, проверка программы. Сведения о роботизации комплексов станков с ЧПУ и их обслуживание. Строгая технологическая дисциплина, требования безопасности.

Тема программы «Станки с программным управлением, их обслуживание» включает в себя 12 уроков по 2 академических часа.

Урок № 1. Общие сведения о программном управлении.

Урок № 2. Технологические возможности многоцелевых станков

Урок № 3. Устройства программного управления. Назначение, типы и применение КИП и автоматики; контролируемые параметры.

Урок № 4. Конструктивные особенности станков с программным управлением. Компонировка станка.

Урок № 5. Устройство программного управления.

Урок № 6. Приспособления установки для закрепления детали.

Урок № 7. Основные требования по обслуживанию токарных станков с программным управлением. Режимы резания.

Урок № 8. Состав комплексных участков из станков с программным управлением и его обслуживание. Методы контроля. Техническая документация.

Урок № 9. Сведения о подготовке управляющих программ для станков с программным управлением.

Урок № 10. Ручное программирование. Основные этапы подготовки управляющих программ при ручном программировании.

Урок № 11. Машинное программирование. Система подготовки программы: ее состав, структура.

Урок № 12. Оперативные системы программного управления токарных и фрезерных станков.

После анализа темы программы была выбрана тема урока № 2: Технологические возможности многоцелевых станков.

Урок теоретического обучения рассчитан на 2 академических часа.

5.2 Разработка методического проведения урока

Тема урока: Технологические возможности многоцелевых станков

Запланированное время проведения урока: 2 часа

Цели урока:

Обучающая:

- сформировать знания о технологических возможностях многоцелевых станков

Воспитательная:

Воспитать у учащихся интерес к будущей профессии.

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | 77 |

Развивающая:

- развивать техническую речь учащихся, абстрактное мышление, внимательность.

Тип урока: комбинированный урок.

Методы обучения: рассказ, беседа, иллюстрация.

Организационная форма: урок усвоения новых знаний.

Средства обучения: слайды (приложение).

Форма обучения: фронтальная.

Устный опрос

Таблица 35 Вопросы и предполагаемых ответов на устный опрос

| Вопрос | Предполагаемый ответ |
|---|---|
| Назовите преимущества многоцелевых станков? | <ul style="list-style-type: none">- многоцелевые станки сочетают возможности токарных станков с ЧПУ и обрабатывающих центров.- позволяют выполнять множество операций.- обладают технологической гибкостью высокой надежностью.- экономическая эффективность обработки.- меньшее время обработки, увеличение такта выпуска и повышение и стабильность качества выпускаемой продукции. |
| На какие группы можно разбить компоновки многоцелевых станков? | Компоновки многоцелевых станков их можно разбить на две группы, характеризующие их по расположению шпинделя относительно рабочей плоскости стола: с расположением оси шпинделя перпендикулярно плоскости стола; с расположением оси шпинделя параллельно плоскости стола. |
| Какой инструмент имеет преимущество при работе на многоцелевых станках? | Преимущество имеет инструмент с несколькими гнездами для установки режущих пластин, поскольку его реже нужно будет снимать со станка для |

| | |
|--|---------------|
| | обслуживания. |
|--|---------------|

| | | | | | | |
|------|------|--------------|----------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 79 |
| Изм. | Лист | № Документа_ | Подпись_ | Дата | | |

| | | | | | | | | | |
|--------------------|--|--|--|--|--|--------|---|--|--|
| Изм. | | | | | Модель деятельности преподавателя и учащегося | | | | |
| Лист | | | | | Таблица 36 Модель деятельности преподавателя и учащегося | | | | |
| № Документа | | | | | Этапы урока | Время | Дея-ть преподават еля | Средства обучения | Деятельность учащихся |
| Подпись | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Дата | | | | | 1. Организ ационна я часть | 5 мин | Проверяет присутству ющих. Сообщает тему урока | Приветствие. Проверка готовности к уроку учащихся, оборудования, классного помещения. Выявление отсутствующих. Сообщение темы (слайд 1) и плана работы | Слушают |
| ДП 44.03.04.617 ПЗ | | | | | 2. Сообщен ие нового учебного материал а | 30 мин | Преподав атель объясняет учебный материал. Показывает слайды | <p>Многоцелевые станки, которые сочетают возможности токарных станков с ЧПУ и обрабатывающих центров, в настоящее время являются одной из наиболее динамично развивающихся направлений металлообработки. Сочетание 5-координатной обработки с автоматической сменой инструмента позволяет выполнять множество операций (слайд 2). Так же возможно выполнение таких операций как шлифование, зубофрезерование и закалка. Все эти операции проходят с обеспечением высоких технических требований, с высокой производительностью и высокой степенью надежности.</p> <p><i>Основные преимущества многоцелевых станков</i> - меньшее время обработки, увеличение такта выпуска и повышение и стабильность качества выпускаемой продукции. «Плюсом» обработки за один установ является исключение погрешности, появляющейся при переустановке. Но также необходимо заметить, что программирование многоцелевого станка сложнее, чем обычного станка с ЧПУ, поэтому нужен высококвалифицированный персонал, как умеющий работать с комплексными системами программ CAD/CAM/CAPP, так и обслуживающий персонал.</p> | Учащиеся слушают, смотрят, записывают. |
| | | | | | | | | | |
| 80 | | | | | Лист | | | | |

| | | | | | | |
|-------------|----|------------------------|---|---|---|---|
| Изм. | | Продолжение таблицы 36 | | | | |
| Лист | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| № Документа | | | | | <p>Для удобства анализа компоновки многоцелевых станков их можно разбить на три группы, характеризующие их по расположению шпинделя относительно рабочей плоскости стола: с расположением оси шпинделя перпендикулярно плоскости стола; с расположением оси шпинделя параллельно плоскости стола, пятикоординатные станки.</p> <p>- Рассмотрим примеры конструкций многооперационных станков с <i>горизонтальным расположением оси шпинделя</i> (слайд 3, 4). Такие станки обычно имеют поворотный стол и предназначены для обработки наиболее сложных корпусных заготовок, имеющих большое число обрабатываемых плоскостей, отверстий, выемок, с четырех и более сторон.</p> <p>- Рассмотрим станки с <i>расположением оси шпинделя перпендикулярно плоскости стола</i> (слайды 5, 6). На таких станках программируются координатные перемещения стола (продольное и поперечное), шпиндельной бабки (по вертикали), скорости этих перемещений, скорости вращения шпинделя, смена инструмента, зажим и отжим подвижных органов, стандартные циклы обработки.</p> <p>- <i>Пятикоординатные станки</i> являются разновидностью осевых обрабатывающих центров. (слайд 7) Но в отличии от них имеют быстрый изменяющийся угла наклона кинематической системы с пятью степенями свободы (слайд 8).</p> <p>Они предназначены для комплексной обработки деталей из различных материалов. Совмещение в одной операции фрезерных и сверлильно-расточных работ позволяют резко сократить количество необходимой оснастки и трудоемкость изготовления деталей.</p> | <p>По ходу объяснения учащимся задаются вопросы для создания обратной связи и чтобы понять, как усваивается учебный</p> |
| Дата | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | | | | |
| Лист | 81 | | | | | |

| | | | | | |
|--------------------|------|--|------------------------|---|---|
| Изм. | | | Продолжение таблицы 36 | | |
| Лист | | | 1 | 2 | 3 |
| № Документа | | | | | |
| Подпись | | | | | |
| Дата | | | | | |
| ДП 44.03.04.617 ПЗ | | | | | |
| 82 | Лист | | | | |

| | | | | |
|--------------------|------|--|--|--|
| Изм. | | | требований к шероховатости (слайд 13). | |
| Лист | | | | |
| № Документа | | | | |
| Подпись | | | | |
| Дата | | | | |
| ДП 44.03.04.617 ПЗ | | | | |
| 83 | Лист | | | |

| | | | | |
|------------------------|---|---|---|---|
| Продолжение таблицы 36 | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | <p><i>Расточной и сверлильный инструмент</i> таких фирм как Coromant позволяет производить обработку ступенчатых отверстий за один проход, получать чистовые поверхности после обработки сверл без применения разверток (слайд 13).</p> <p>На многоцелевых станках производят <i>фрезерование торцевыми и концевыми фрезами, контурную обработку и обработку карманов и полостей</i> (слайд 14).</p> <p>Высокопроизводительная <i>обработка резьб</i> различных конфигураций (слайд 15). Так же высокопроизводительный инструмент для <i>зубообработки</i> (слайд 16).</p> <p><i>Инструмент, увеличивающий эффективность использования оборудования</i> (слайд 17)</p> <p>Преимущество в суммарной стойкости имеет инструмент с несколькими гнездами для установки режущих пластин, поскольку его реже нужно будет снимать со станка для обслуживания. Либо многопозиционная наладка может нести разные режущие головки, и тогда она обеспечивает высокую гибкость и смену типа инструмента без необходимости загрузки нового корпуса из магазина.</p> <p>Примером инструмента, помогающего реализовать потенциал многоцелевого станка является мини-револьверная головка CoroPlex SL. Благодаря тому, что мини-револьверная головка может нести различные сменные режущие головки, закрепленные на многопозиционном адаптере, возможно вести различные операции обработки, не меняя весь инструмент целиком.</p> <p>Четыре позиции для установки режущих головок имеют рифления на присоединительных поверхностях.</p> | |

Продолжение таблицы 36

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|--------|--|---|---|
| 3. Закрепле ние новых знаний | 10 мин | Если учащиеся затрудняю тся с ответами, преподават ель задает наводящие вопросы, чтобы помочь учащимся. | <p>Устный опрос</p> <p>Вопрос: <i>Назовите преимущества многоцелевых станков?</i></p> <p>Ответы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - многоцелевые станки сочетают возможности токарных станков с ЧПУ и обрабатывающих центров - позволяют выполнять множество операций. - обладают технологической гибкостью высокой надежностью - экономическая эффективность обработки - меньшее время обработки, увеличение такта выпуска и повышение и стабильность качества выпускаемой продукции <p>Вопрос: <i>На какие группы можно разбить компоновки многоцелевых станков?</i></p> <p>Компоновки многоцелевых станков их можно разбить на две группы, характеризующие их по расположению шпинделя относительно рабочей плоскости стола: с расположением оси шпинделя перпендикулярно плоскости стола; с расположением оси шпинделя параллельно плоскости стола.</p> | <p>На вопросы преподавателя могут отвечать все желающие.</p> <p>Происходит дополнительное закрепление учебного материала.</p> |

Окончание таблицы 36

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|-------|------------------------------|--|-------------------------|
| 4. Подведе ние итогов занятия | 5 мин | Подводит итого занятия | Сегодня мы узнали о технологических возможностях многоцелевых станков, рассмотрели их на слайдах, просмотрели видеоролики, вспомнили об инструменте, применяемом на данных станках. | Слушают |
| 5. Домашн ее задание | 2 мин | Сообщает задание | В качестве домашнего задания учащимся предлагается повторить изученный материал при помощи электронного учебника, предоставленного им на диске, а также при помощи записанного на уроке конспекта. | Слушают , записывают |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте мной были проанализированы исходные данные и выбран метод получения заготовки.

Разработан технологический маршрут обработки детали, выбрано технологическое оборудование, и режущий инструмент.

Разработана управляющая программа для многоцелевых станков .

В методической части был разработан план урока теоретического обучения для операторов станков с ЧПУ.

В экономической части были произведены все расчеты и показана эффективность проектируемого технологического процесса.

В разделе об окружающей среде были рассмотрены безопасность и экологичность проекта.

| | | | | | | |
|------|------|--------------|----------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 86 |
| Изм. | Лист | № Документа_ | Подпись_ | Дата | | |

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. Машиностроение. 1972.
2. Великанов К.М. Экономика и организация производства в дипломных проектах. Машиностроение. 1986.
3. ГН 2.1.6.655-98. Гигиенические нормы. Предельно-допустимые концентрации (ПДК), загрязняющих веществ в атмосфере, воздухе населенных пунктов. Под общ. редакцией Б.А. Курляндского и К.К. Сидорова. М: 1998.
4. Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. М: Высшая школа, 1975.
5. Горошкин А.К. Приспособление для металлорежущих станков. М: 1979.
6. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы.
7. Дипломное проектирование: учебное пособие Н.В Бородина, Г. Ф. Бушков Екатеринбург 2011 90 с.
8. СН 2.2.4\2.1.8.562-96. Шум. Общие требования безопасности.
9. ГОСТ 12.1.005-86 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
10. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибробезопасность.
11. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
12. ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные.
13. ППБ 01-03 от 18.06.2003 № 313. Пожарная техника для защиты объектов. Общие требования.
14. Егоров М.Е. Основы проектирования машиностроительных заводов. Машиностроение. 1969.
15. Инженерные решения по охране труда в строительстве. Под редакцией Г.Г. Орлова.

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 87 |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | |

16. Каталог металлорежущих станков.
17. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога машиностроения. В 1 т.: М: 2001.
18. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Точность обработки и припуски в машиностроении. Справочник машиностроителя. 1976.
19. Малов А.Н. Справочник металлиста. М: 1977.
20. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования работ. Машиностроение. 1978.
21. Рабочая программа дисциплины «Технология машиностроения» Т.А. Козлова Екатеринбург 2012 23с
22. Режимы резания металлов. Справочник. Под ред. Барановского. М: Машиностроение, 1972
23. СН 245-71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. М: Стройиздат, 1971. 245 с.
24. СНиП 2.01.02-85. Противопожарные нормы. М: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. 9с.
25. СНиП 11-89-80. Генеральные планы промышленных предприятий. М: Стройиздат, 1981. 31 с.
26. СНиП 23-05-95. Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение. М: Стройиздат, 1980. Ч.П., гл. 4. 57 с.
27. Современные материалы в машиностроении Гузанов Б.Н. Анисимова Л.И Екатеринбург 2012.
28. <https://e.lanbook.com/reader/book/49454/#1> (Дата обращения 07.05.2018).
29. <https://e.lanbook.com/reader/book/3722/#1> (Дата обращения 08.05.2018).
30. <https://e.lanbook.com/reader/book/50682/#1> (Дата обращения 18.04.2018).

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Перечень листов графических документов

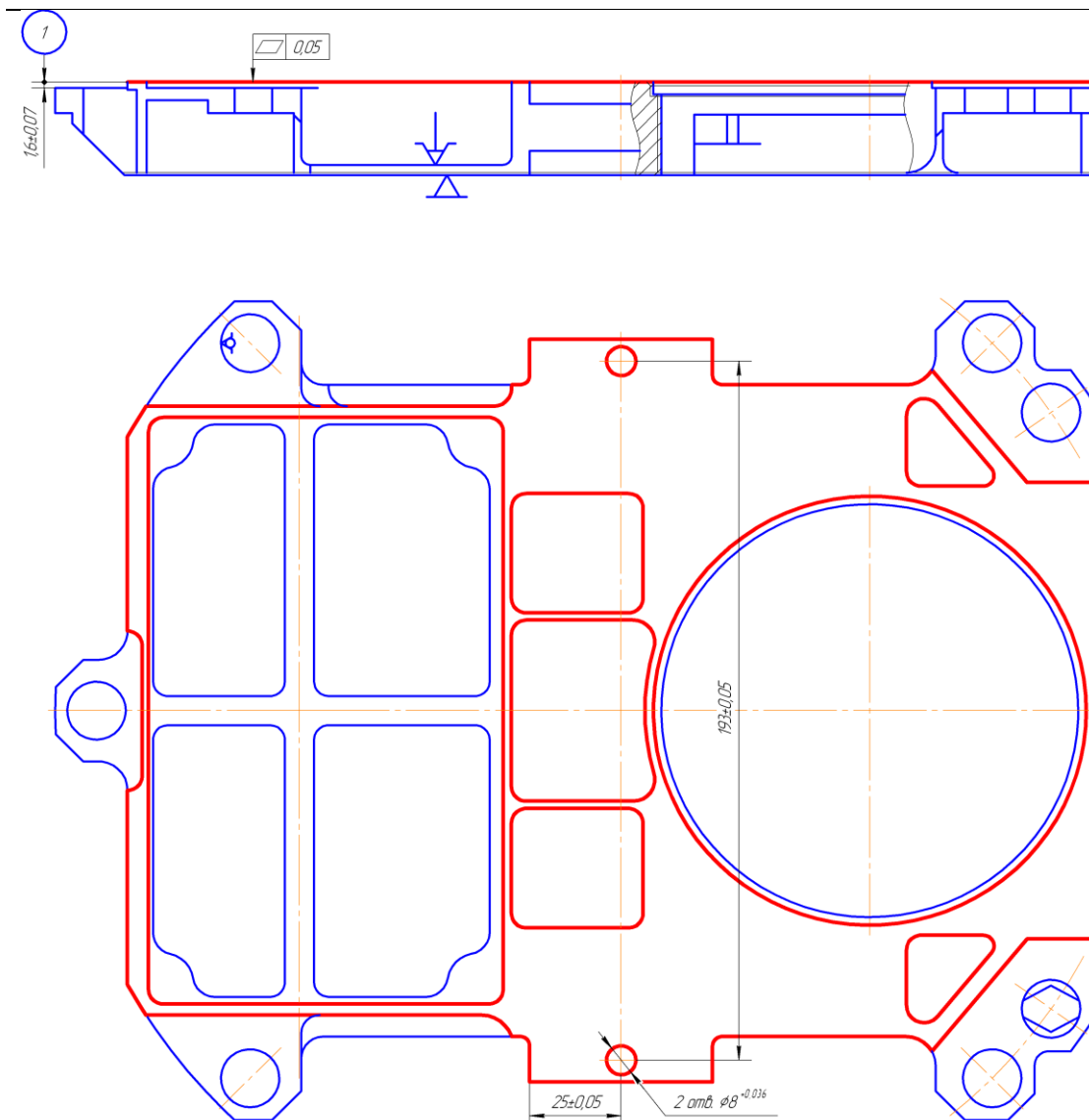
| Наименование документа | Обозначение документа | Формат | Кол-во листов | Примечание |
|---|-----------------------|--------|---------------|------------|
| 1. Корпус моноблока отливка | ДП 44.03.04.617.00 | A2x3 | 1 | |
| 2. Корпус моноблока | ДП 44.03.04.617.01 | A2x3 | 1 | |
| 3. Иллюстрация техпроцесса | ДП 44.03.04.617.Д01 | A1 | 1 | |
| 4. Иллюстрация техпроцесса | ДП 44.03.04.617.Д02 | A1 | 1 | |
| 5. Иллюстрация техпроцесса | ДП 44.03.04.617.Д03 | A1 | 1 | |
| 6. Иллюстрация техпроцесса | ДП 44.03.04.617.Д04 | A1 | 1 | |
| 7.Управляющая программа (фрагмент) | ДП 44.03.04.617.Д05 | A3 | 1 | |
| 8.экономическая эффективность мероприятий проекта | ДП 4.03.04.617.Д06 | A2 | 1 | |

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Разработка технологического маршрута обработки

05

Комплексная (Установ 1)



Переходы:

- | | | |
|----|---|---|
| 1. | Установить и снять. | |
| 2. | Фрезеровать поверхность предварительно | 1 |
| 3. | Фрезеровать поверхность окончательно | 1 |
| 4. | Сменить инструмент | |
| 5. | Сверлить 2 технологических отверстия | |

$\varnothing 8^{+0,036}$

6. Сменить инструмент

7. Зенкеровать 2 технологических
отверстия

8. Сменить инструмент

9. Развернуть 2 технологических
отверстия $\varnothing 8^{+0,036}$

Инструмент

↪ Режущий:

Фреза торцовая 2214-0462 P6M5 ГОСТ
26595-85

Сверло 2301-3563 ГОСТ 10903-77

Зенкер 2320-2551 ГОСТ 12489-71

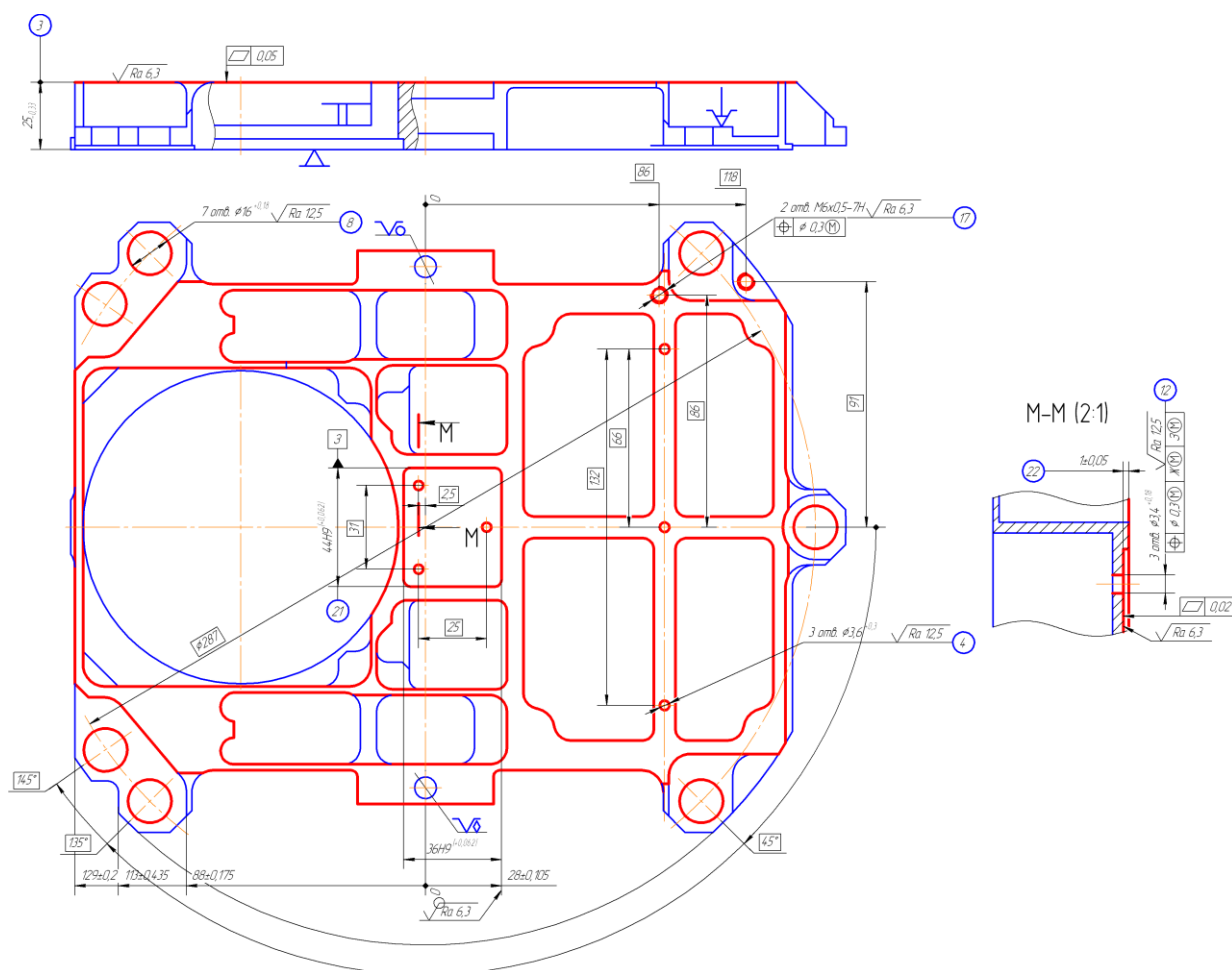
Развертка 2363-0072 ГОСТ 1672-80

Оснастка:

Специальное приспособление

Оборудование:

Вертикально-фрезерный станок Haas TM-
3P



Переходы:

1. Установить и снять.
2. Фрезеровать поверхность 3 предварительно.
3. Фрезеровать поверхность 3 окончательно.
4. Сменить инструмент
5. Фрезеровать поверхность, выдерживая размеры 21 и 22
6. Сменить инструмент
7. Сверлить 3 отверстия 12 однократно последовательно
8. Сменить инструмент
9. Сверлить 3 отверстия 4 однократно последовательно
10. Сменить инструмент
11. Сверлить 5 отверстий 8 последовательно
12. Сменить инструмент
13. Сверлить 2 отверстия 17 $\varnothing 5,5^{+0,34}$
14. Сменить инструмент
15. Зенковать фаску в 2 отверстиях 17
16. Сменить инструмент
17. Нарезать резьбу в 2 отверстиях 17

Инструмент:

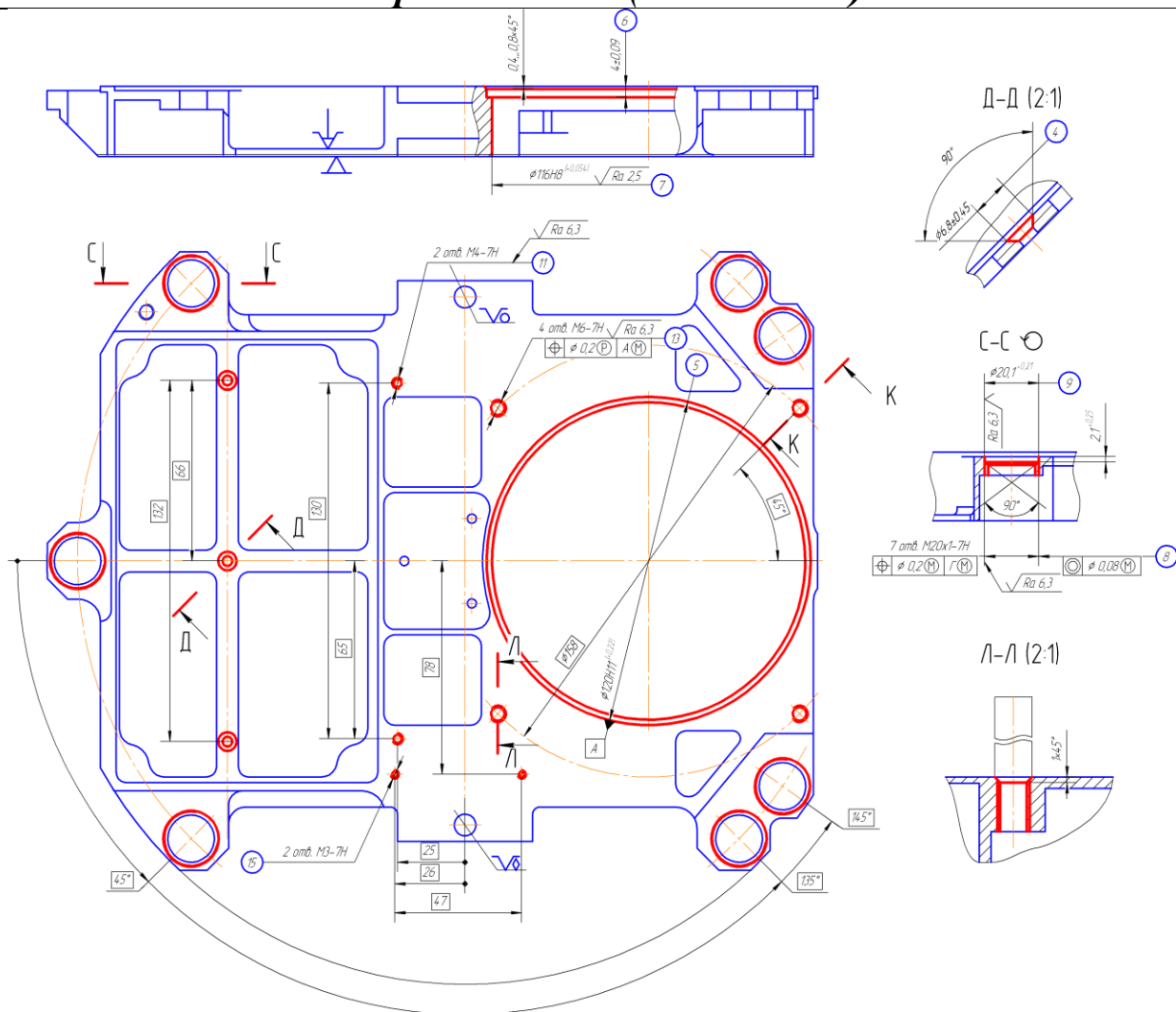
↪ Режущий:

Фреза торцовая 2214-0462 P6M5 ГОСТ 26595-85
Фреза 2220-0007 P6M5 ГОСТ 17025-71
Сверло 2230-7531 P6M5 ГОСТ 10902-77
Сверло 2230-75351 P6M5 ГОСТ 10902-77
Сверло 2301-3612 P6M5 ГОСТ 10903-77
Сверло 2200-6185 P6M5 ГОСТ 10902-77
Зенковка 2353-0111 ГОСТ 14953-80
Метчик M6x0,5 2621-1137 ГОСТ 3266-81

Оснастка: Специальное приспособление

Оборудование: Вертикально-фрезерный станок Haas TM-3P

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 93 |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | |



Переходы:

1. Установить и снять.
2. Сверлить 2 отверстия 15 последовательно
3. Сменить инструмент
4. Сверлить 2 отверстия 11 последовательно
5. Сменить инструмент
6. Сверлить 4 отверстия 13 последовательно
7. Сменить инструмент
8. Зенковать 3 поверхности 4 последовательно
9. Зенковать 2 поверхности 15 последовательно
10. Зенковать 2 поверхности 11 последовательно
11. Зенковать 4 поверхности 13 последовательно

| | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата |
| | | | | |

12. Сменить инструмент
13. Расточить 5 отверстий 9 последовательно
14. Сменить инструмент
15. Расточить отверстие 7 предварительно
16. Сменить инструмент
17. Расточить отверстие 7 получисто
18. Сменить инструмент
19. Расточить отверстие 7 окончательно
20. Сменить инструмент
21. Расточить отверстие 5 окончательно
22. Сменить инструмент
23. Нарезать резьбу в 5 отверстиях 8 последовательно
24. Сменить инструмент
25. Нарезать резьбу в 2-х отверстиях 15 последовательно
26. Сменить инструмент
27. Нарезать резьбу в 2-х отверстиях 11 последовательно
28. Сменить инструмент
29. Нарезать резьбу в 4-х отверстиях 13 последовательно

Инструмент:

↪ Режущий:

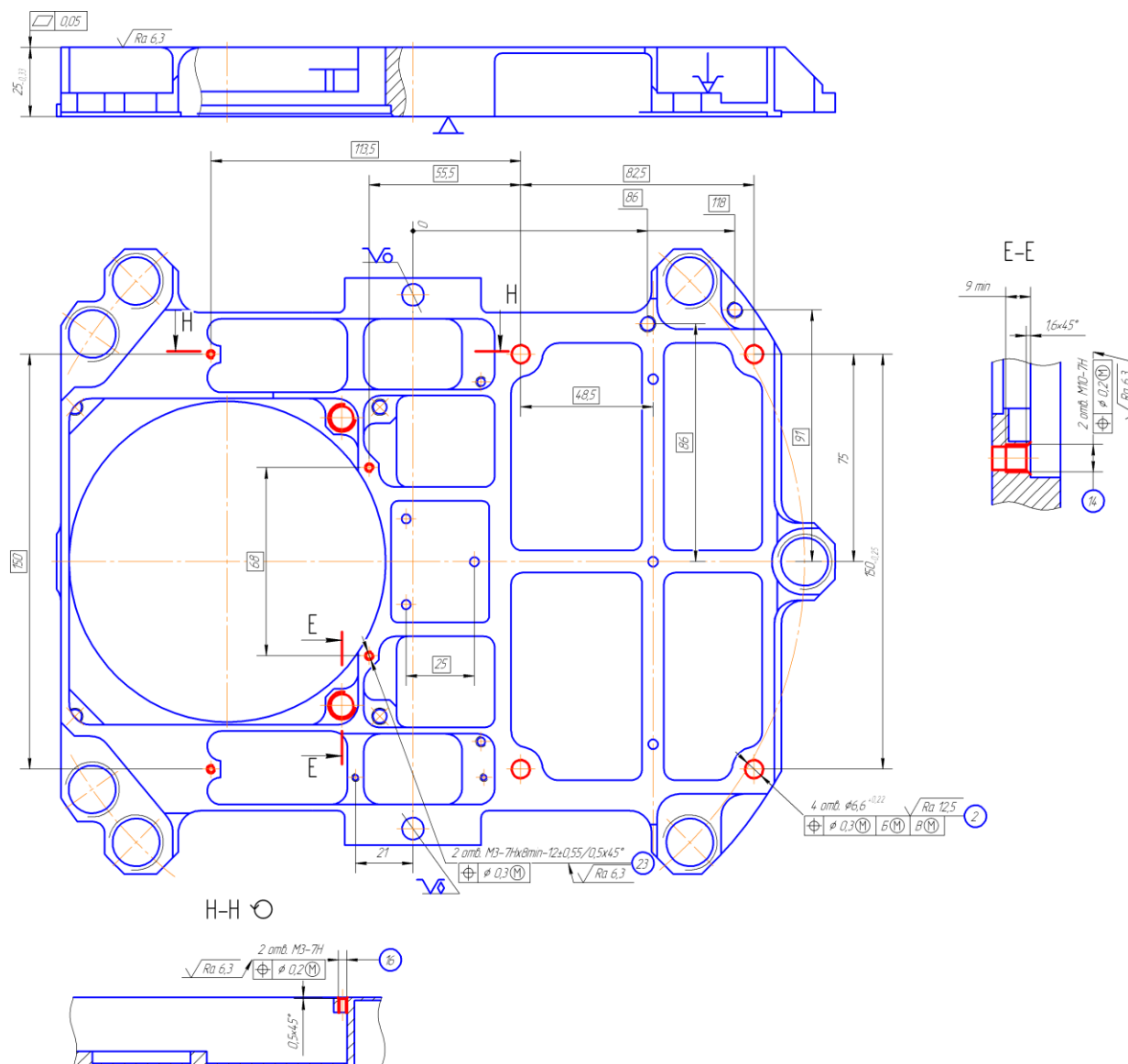
Сверло 2300-0148 Р6М5 ГОСТ 10902-77
 Сверло 2300-7525 Р6М5 ГОСТ 10902-77
 Сверло 2300-6173 Р6М5 ГОСТ 10902-77
 Зенковка 2353-0111 ГОСТ 14953-80
 Блок расточной 2192-4010
 Блок расточной 2192-4012
 Метчик 2621-1705 М20х1 ГОСТ 3266-81
 Метчик 2620-1061 М3 ГОСТ 3266-81
 Метчик 2620-1091 М4 ГОСТ 3266-81
 Метчик 2621-1155 М6 ГОСТ 3266-81

Оснастка:

Специальное приспособление

Оборудование:

Вертикально-фрезерный станок Haas TM-3P



Переходы:

1. Установить и снять.
2. Сверлить 4 поверхности 2 окончательно последовательно
3. Сменить инструмент
4. Сверлить 2 отверстия 16 последовательно
5. Сверлить 2 отверстия 23 последовательно
6. Сменить инструмент
7. Сверлить 2 отверстия 14 последовательно
8. Сменить инструмент
9. Зенковать 2 отверстия 16 последовательно
10. Зенковать 2 отверстия 23 последовательно
11. Зенковать 2 отверстия 14 последовательно
12. Сменить инструмент
13. Нарезать резьбу М3 в 2-х отверстиях 16 последовательно
14. Нарезать резьбу М3 в 2-х отверстиях 23 последовательно
15. Сменить инструмент
16. Нарезать резьбу М10 в 2-х отверстиях 14 последовательно

Инструмент:

↪ Режущий:

Сверло 2301-3559 Р6М5 ГОСТ 10903-77
Сверло 2300-0148 Р6М5 ГОСТ 10902-77
Сверло 2301-3572 Р6М5 ГОСТ 10903-77
Зенковка 2353-0111 ГОСТ 14953-80
Метчик 2620-1061 М3 ГОСТ 3266-81
Метчик 2621-1435 М10 ГОСТ 3266-81

Оснастка:

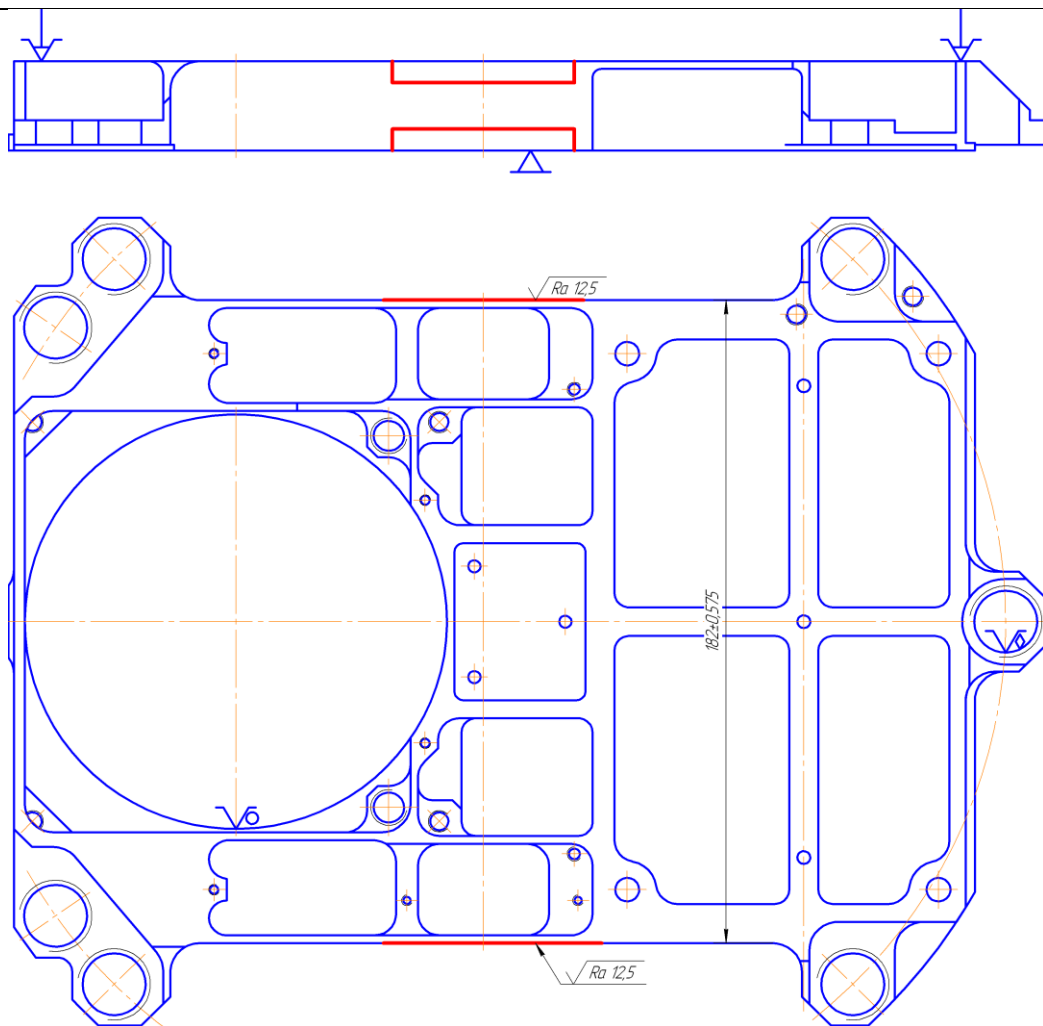
Специальное приспособление

Оборудование:

Вертикально-фрезерный станок Haas TM-3P

010

Комплексная



Переходы:

1. Установить и снять.
2. Фрезеровать технологические приливы с одной стороны корпуса окончательно.
3. Повернуть деталь на 180°
4. Фрезеровать технологические приливы с другой стороны корпуса окончательно.

Инструмент:

↪ Режущий

Фреза 2220-0073 P6M5 ГОСТ 17025-20, $\phi 12$, $z=4$

Оснастка:

Специальное приспособление

Оборудование:

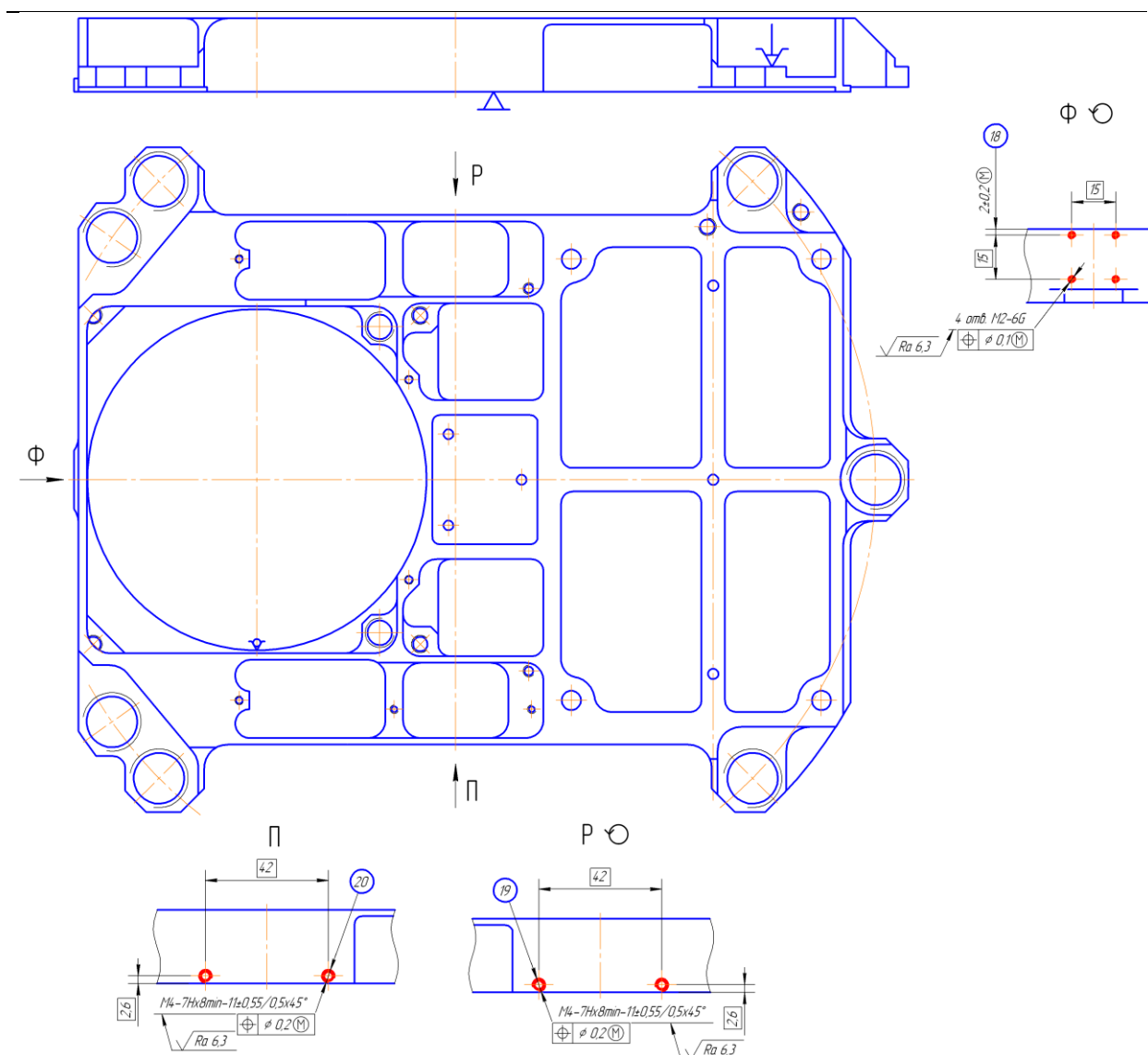
Вертикально-фрезерный станок Haas TM-3P

| | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата |

ДП 44.03.04.617 ПЗ

Лист

98



Переходы:

1. Установить и снять.
2. Сверлить 2 отверстия 19 последовательно.
3. Сменить инструмент.
4. Зенковать 2 отверстия 19 последовательно
5. Сменить инструмент.
6. Нарезать резьбу в 2-х отверстиях 19 последовательно
7. Сменить позицию детали.
8. Сменить инструмент.
9. Сверлить 2 отверстия 20 последовательно.

10. Сменить инструмент.
11. Зенковать 2 отверстия 20 последовательно
12. Сменить инструмент.
13. Нарезать резьбу в 2-х отверстиях 20 последовательно
14. Сменить позицию детали.
15. Сменить инструмент.
16. Сверлить 4 отверстия 18 последовательно.
17. Сменить инструмент.
18. Зенковать 4 отверстия 18 последовательно
19. Сменить инструмент.
20. Нарезать резьбу в 4-х отверстиях 18 последовательно

Инструмент:

↪ Режущий:

Сверло 2300-7525 P6M5 ГОСТ 10902-77
 Сверло 2300-0135 P6M5 ГОСТ 10902-77
 Зенковка 2353-0111 ГОСТ 14953-80
 Метчик 2620-1091 M4 ГОСТ 3266-81
 Метчик 2620-1013 M2 ГОСТ 3266-81

Оснастка:

Специальное приспособление

Оборудование:

Горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр Haas EC-400

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 100 |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ПРОГРАМИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

Таблица 37 – Управляющая программа для операции 005 (Установ 2)

| Кодирование информации, содержание кадра | Содержание перехода |
|---|--|
| 1 | 2 |
| % | Символ начала файла |
| N0 G0 G28 U0 W0 | Выход в зону смены инструмента на холостом ходу |
| N1 T0101 | Смена инструмента |
| N2 G17 | Плоскость X,Y |
| N3 M3 | вращение шпинделя по часовой стрелки |
| N4 S2000 | Постоянная скорость при точении, при заданном числе оборотов шпинделя |
| N5 G0X-154.750Y-0.031Z31.000 | Перемещение на холостом ходу к контрольной точке, включение СОЖ |
| N6 G1Z25.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N7 G1X163.250 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату X, отключение СОЖ |
| N8 G0Z650.000 | Перемещение на холостом ходу к точке смены инструмента |
| N9 G0X0.000Y0.000 | Выход в зону смены инструмента на холостом ходу |
| N10 T0303 | Смена инструмента |

Продолжение таблицы 37

| 1 | 2 |
|------------------------------|--|
| N11 M3 | вращение шпинделя по часовой стрелки |
| N12 S2000 | Постоянная скорость при точении, при заданном числе оборотов шпинделя |
| N13 G0X-2.490Y-15.438Z31.000 | Перемещение на холостом ходу к контрольной точке, включение СОЖ |
| N14 G0X-2.490Y-15.438Z31.000 | Перемещение на холостом ходу к контрольной точке, включение СОЖ |
| N15 G1Z28.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N16 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N17 G0Z29.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N18 G1Z26.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N19 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N20 G0Z27.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N21 G1Z24.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N22 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |

Продолжение таблицы 37

| 1 | 2 |
|--------------------|--|
| N23 G1Z22.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N24 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N25 G0Z23.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N26 G1Z20.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N27 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N28 G0Z21.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N29 G1Z18.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N30 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N31 G0Z19.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N32 G1Z16.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N33 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N34 G0Z17.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N35 G1Z14.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, |

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 103 |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | |

| | |
|--|----------------|
| | отключение СОЖ |
|--|----------------|

Продолжение таблицы 37

| 1 | 2 |
|--------------------|--|
| N36 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N37 G0Z15.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N38 G1Z12.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N39 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N40 G0Z13.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N41 G1Z10.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N42 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N43 G0Z11.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N44 G1Z8.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N45 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N46 G0Z9.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N47 G1Z6.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N48 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 104 |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | |

| | |
|--------------|------------------------------------|
| N49 G0Z7.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
|--------------|------------------------------------|

Продолжение таблицы 37

| 1 | 2 |
|----------------------------|--|
| N50 G0Z5.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N51 G1Z2.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N52 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N53 G0Z3.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N54 G1Z0.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N55 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N56 G0Z31.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N57 G0X22.410Y0.000 | Перемещение на холостом ходу к контрольной точке, включение СОЖ |
| N58 G0X22.410Y0.000Z31.000 | Перемещение на холостом ходу к контрольной точке, включение СОЖ |
| N59 G1Z28.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N60 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N61 G0Z29.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N62 G1Z26.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в |

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 105 |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | |

| | |
|--|---|
| | следующую координату Z, отключение СОЖ |
|--|---|

Продолжение таблицы 37

| 1 | 2 |
|--------------------|---|
| N63 G0Z27.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N64 G1Z24.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N65 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N66 G0Z25.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N67 G1Z22.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N68 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N69 G0Z23.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N70 G1Z20.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N71 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N72 G0Z21.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N73 G1Z18.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N74 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |

| | | | | | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 106 |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | | | | | |

ДП 44.03.04.617 ПЗ

| | |
|---------------|------------------------------------|
| N75 G0Z19.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
|---------------|------------------------------------|

Продолжение таблицы 37

| 1 | 2 |
|--------------------|--|
| N76 G1Z16.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N77 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N78 G0Z17.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N79 G1Z14.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N80 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N81 G0Z15.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N82 G1Z12.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N83 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N84 G0Z13.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N85 G1Z10.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N86 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N87 G0Z11.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |

| | | | | | | | |
|-------------------|------|-------------|---------|------|---------------------------------|--|------|
| № 44.03.04.617 ПЗ | | | | | Служба инструмента на холостном | | Лист |
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | | 107 |
| | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | | |

| | |
|-------------------|--|
| | ходу |
| N88 G1Z8.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |

Продолжение таблицы 37

| 1 | 2 |
|-------------------|--|
| N89 G0Z9.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N90 G1Z6.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N91 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N92 G0Z7.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N93 G1Z4.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N94 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N95 G0Z5.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N96 G1Z2.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N97 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N98 G0Z3.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N99 G1Z0.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N100 G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом |

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 108 |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | |

| | | |
|------|-----------|------------------------------------|
| | | ходу |
| N101 | G0Z31.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |

Продолжение таблицы 37

| 1 | | 2 |
|------|-------------------------|--|
| N102 | G0X-2.490Y15.438Z31.000 | Перемещение на холостом ходу к контрольной точке, включение СОЖ |
| N103 | G1Z28.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N104 | G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N105 | G0Z29.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N106 | G1Z26.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N107 | G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N108 | G0Z27.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N109 | G1Z24.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N110 | G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N111 | G0Z25.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 109 |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | |

| | | |
|------|----------------|--|
| N112 | G1Z22.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N113 | G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |

Продолжение таблицы 37

| 1 | | 2 |
|------|----------------|--|
| N114 | G1Z20.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N115 | G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N116 | G0Z21.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N117 | G1Z18.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N118 | G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N119 | G0Z19.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N120 | G1Z16.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N121 | G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N122 | G0Z17.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N123 | G1Z14.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в |

| | | | | | | |
|------|------|--------------|----------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 110 |
| Изм. | Лист | № Документа_ | Подпись_ | Дата | | |

| | | |
|------|----------------|--|
| | | следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N124 | G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N125 | G0Z15.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N126 | G1Z12.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |

Продолжение таблицы 37

| 1 | | 2 |
|------|----------------|--|
| N127 | G0Z13.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N128 | G1Z10.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N129 | G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N130 | G0Z11.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N131 | G1Z8.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N132 | G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N133 | G0Z9.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N134 | G1Z6.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N135 | G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N136 | G0Z7.000 | Отвод инструмента на холостом |

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 111 |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | |

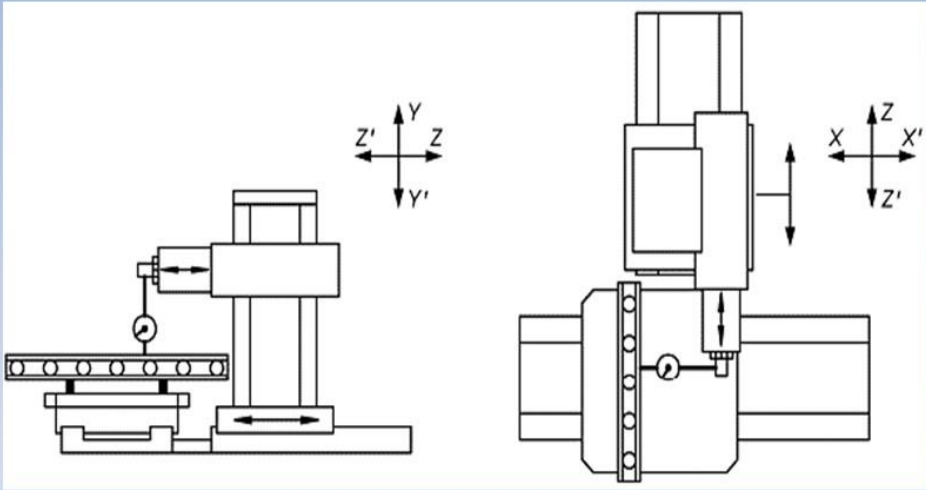
| | | |
|------|---------------|--|
| | | ходу |
| N137 | G1Z4.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N138 | G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N139 | G0Z5.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |

Окончание таблицы 37

| 1 | | 2 |
|------|----------------|--|
| N140 | G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N141 | G0Z3.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N142 | G1Z0.000F30.0 | Перемещение на рабочей подаче в следующую координату Z, отключение СОЖ |
| N143 | G0Z1.000 | Отвод инструмента на холостом ходу |
| N144 | G0Z650.000 | Перемещение на холостом ходу к точке смены инструмента |
| N145 | G0X0.000Y0.000 | Выход в зону смены инструмента на холостом ходу |

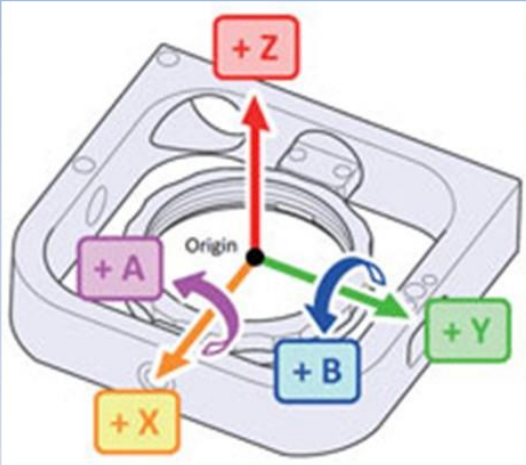
Тех1

Слайд 3 (Горизонтальное расположение оси шпинделя)



- Задание для учащихся:
1. Слушать.
 2. Смотреть.
 3. Записывать.

Слайд 2 (пример 5-ти координатной обработки)



- Задание для учащихся:
1. Слушать.
 2. Смотреть.
 3. Записывать.



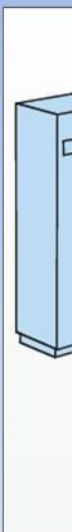
- Задание для учащихся:
1. Слушать.
 2. Смотреть.
 3. Записывать.

Слайд 7 (Пятикоординатный станок)



Задание для учащихся:

1. Слушать.
2. Смотреть.
3. Записывать.



- Задание для учащихся:
- 1.
 - 2.
 - 3.

| | | | | | | |
|------|------|-------------|---------|------|--------------------|-------------|
| | | | | | ДП 44.03.04.617 ПЗ | Лист 114 |
| | | | | | | |
| Изм. | Лист | № Документа | Подпись | Дата | | |

Слайд 11 (Детали сложной формы изготавливаемые на многоцелевых станках)



Задание для учащихся:

1. Слушать.
2. Смотреть.
3. Записывать.

Слайд 15 (обработка резьб различных конфигураций)



Задание для учащихся:

1. Слушать.
2. Смотреть.
3. Записывать.

Слайд 17 (Инструмент увеличивающий эффективность использования оборудования)



Задание для учащихся:

1. Слушать.
2. Смотреть.
3. Записывать.



| | | | | |
|------|------|--------------|----------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № Документа_ | Подпись_ | Дата |

ДП 44.03.04.617 ПЗ

Лист
117